253

<36604338540014

Bayer. Staatsbibliothek

~~Phys. Syst.~~

~~331. (3~~

Physica. Syst. & methodi.

161.

Phys. 9. 331 (3

R

Colleg. Societ. Jesu Monachij 1755.

Des Herrn Abts J. A. Nollet,

Mitglieds derer beyden Königlichen Frantzösisch- und Englischen Societäten derer Wissenschaften,

Vorlesungen

über die

Experimental-Natur-Lehre.

Aus dem Frantzösischen in das Teutsche übersetzt.

Mit Kupfern.

Dritter Theil.

Erfurt, 1751.

Verlegts Joh. Friedr. Weber, privileg. Univers. Buchhändler.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Dem

Durchlauchtigsten Fürsten und Herrn,

Herrn Carl August Friedrich,

Des H. Röm. Reichs

Fürsten von Waldeck,

Grafen zu Pyrmont und Rappoltstein, Herrn zu Hoenegg,

Ihro Röm. Kayserl. Majestät General-Feld-Marschall, und Obristen über ein Regiment zu Fuß,

Meinem gnädigsten Fürsten und Herrn.

Durchlauchtigster Fürst!
Gnädigster Fürst
und Herr!

Ew. Hochfürstl. Durchl.
weiseste Einsicht in die
gründliche Gelehrsamkeit und

schönen Wissenschaften hat schon längst allgemeinen Beyfall erhalten, und ich würde lächerlich werden, wenn mein ohnmächtiger Kiel sich unterwinden wolte, solche erst in entfernten Landen auszubreiten. Nimmermehr würde ich mir haben einfallen lassen, die Uebersetzung dieser Natur-Lehre, welche dem DAUPHIN von dem Verfasser zugeeignet worden, dem Schutz Ew Hoch-

fürstl. Durchl. demüthigst zu
unterwerffen, wenn ich nicht von
dieser Wahrheit überzeuget wä-
re. Doch dieses reichet noch
nicht hin zur Entschuldigung
meiner Freyheit? ich muß noch
den preißwürdigsten Umstand hin-
zufügen, daß Ew. Hochfürstl.
Durchl. mir selbst die Bahn zu
brechen, und in Höchst Dero
Landen mir ein Privilegium gnä-

digst angedeyen zu lassen, nicht abgeneigt gewesen. Ich weiß mir durch alle Stuffen meines Lebens keinen grössern Vorwurf zu machen, als meine Furcht vor den Schwellen meines Gnädigsten Herrn, und daß ich nicht um Fortsetzung dieser ausnehmenden Huld, zum Behuf meines Glücks unterthänigst nachgesuchet. Unwürdig bin ich freylich dieser grossen Gnade,

aber ich will nicht undanckbar
seyn, sondern Ew. Hochfürstl.
Durchl. bey Uberreichung die-
ser gelehrten Blätter von meiner
tiefsten Ehrfurcht und Erkennt-
lichkeit überzeugen. So ver-
werflich dieses Opffer ist, so un-
ermüdet ist mein Gebet, daß die
Vorsicht Ew. Hochfürstl.
Durchl. zum Augenmerck der
Hohen dieser Welt, bey allen
ho-

hohen Wohl bis auf die späteste Zeiten erhalten wolle. Ich ersterbe mit solcher Devotion

Ew. Hochfürstl. Durchl.

Meines gnädigsten Fürstens und Herrn

Erfurth, den 9. May, 1751.

unterthänigst-gehorsamster

Johann Friedrich Weber.

Vorlesungen
über die
Experimental-Naturlehre.

Die
Neundte Vorlesung.
Von der Hebe- oder Bewegungs-Kunst.

Nachdem wir in denen bisherigen Vorlesungen die Eigenschaften und Gesetze der Bewegung, so wol in Ansehung derer dichten, als derer flüssigen Cörper, gezeiget haben, so müssen wir nun in der gegenwärtigen annoch von denenjenigen Mitteln handeln, durch deren

ren Beyhülfe man solche Bewegung entweder bequemer, oder mit mehreren Vortheil anbringen kan. Dieses sind nun eigentlich die Maschinen, oder Rüstzeuge, das ist, gewisse Cörper, oder Zusammenfügungen, von einer mehr oder weniger einfachen Construction, welche die Thätigkeit einer Kraft auf einen Widerstand leiten, und verursachen, daß derselbe, nach der verschiedenen Veränderung derer Geschwindigkeiten vermehret oder vermindert wird.

Die Wissenschaft, welche von denen Maschinen handelt, wird die Hebe- oder Beweguns-Kunst genennet. Sie erfordert von denjenigen, der sich darauf legen will, eine hinlängliche Erkenntniß in der Mathematic und Naturlehre, denn ein Mechanicus muß nicht allein solche Kräfte, die in Absicht auf ihre respective Stellung einander entgegen gesetzt sind, schätzen und ausmessen: sondern er muß auch aus der Beschaffenheit derer Materien, deren man sich bedienet, aus dem Umstande des Orts, der Zeit, u. d. gl. die wesentliche Eigenschaft dieser Kräfte von dem frembden, das sich damit vermischen kan, genau zu unterscheiden wissen. Derjenige, welcher nur allein in der Naturlehre möchte erfahren seyn, würde wohl dauerhafte, und in Ansehung der Zusammensetzung derer Theile und ihrer Art sich zu bewegen, recht gut eingerichtete Maschinen verfertigen können; hingegen möchte er zu befürchten haben, daß er sich bey denen Verhältnissen öfters betrügen würde, und die Würckungen dürften selten so beschaffen seyn, wie er sich dieselben voraus vorgestellet gehabt. Eben so würde auch derjenige, welcher nur blosse mathematische Erkenntnisse haben, und bey denen Grössen, de-

ren er sich zu bedienen willens wäre, nur auf Linien und Puncte sehen möchte, ohne Zweifel alsdann, wenn alles zu Stande gebracht worden, einen grossen Abgang bemercken. Endlich würde derjenige, welcher weder ein Meßkünstler, noch ein Naturkündiger wäre, schlechterdings als ein Blinder arbeiten, und sich nicht schmeicheln können, daß er auf andere Art, als bloß zufälliger weise etwas werde ausrichten, und zwar öfters erst nach vielen unnützen, mühsamen und fast allezeit kostbaren Versuchen. Dieses ist eine durch die Erfahrung schon längstens bestätigte Wahrheit, wodurch billig viele Leute solten gewarnet werden, die nur vergebliche und unnütze Arbeiten unternehmen. Gleichwie aber die Eigenliebe, und die Begierde ein Schriftsteller zu werden, gemeiniglich Schuld daran sind, daß so viele schlechte Wercke zum Vorschein kommen, ob sie gleich getadelt werden; so verlassen auch eben diese Ursachen, und öfters zugleich die Gewinnsucht, daß man die Kosten an eine grosse Anzahl von Erfindungen wendet, die niemals würden seyn bekannt worden, woferne diejenigen, welche dieselben aussinnen, so viel verstünden, daß sie erst behörig davon urtheilen könten.

Es werden allezeit mehr schlechte, als tüchtige und gute Maschinen herfür gebracht, und eben dadurch wird das Ansehen der Hebekunst bey denenjenigen Personen in etwas geschwächet, welche einen Verfertiger von allerley Maschinen, wider alles Recht und Billigkeit, mit einem ächten Mechanico vermengen. Man läsſet aber diese Einbildung gar bald fahren, wenn man nur bedencket, daß die berühmte-

ren Beyhülfe man solche Bewegung entweder bequemer, oder mit mehreren Vortheil anbringen kan. Dieses sind nun eigentlich die Maschinen, oder Rüstzeuge, das ist, gewisse Cörper, oder Zusammenfügungen, von einer mehr oder weniger einfachen Construction, welche die Thätigkeit einer Kraft auf einen Widerstand leiten, und verursachen, daß derselbe, nach der verschiedenen Veränderung derer Geschwindigkeiten vermehret oder vermindert wird.

Die Wissenschaft, welche von denen Maschinen handelt, wird die Hebe- oder Bewegungs-Kunst genennet. Sie erfordert von denjenigen, der sich darauf legen will, eine hinlängliche Erkenntniß in der Mathematic und Naturlehre, denn ein Mechanicus muß nicht allein solche Kräfte, die in Absicht auf ihre respective Stellung einander entgegen gesetzt sind, schätzen und ausmessen: sondern er muß auch aus der Beschaffenheit derer Materien, deren man sich bedienet, aus dem Umstande des Orts, der Zeit, u. d. gl. die wesentliche Eigenschaft dieser Kräfte von dem frembden, das sich damit vermischen kan, genau zu unterscheiden wissen. Derjenige, welcher nur allein in der Naturlehre möchte erfahren seyn, würde wohl dauerhafte, und in Ansehung der Zusammensetzung derer Theile und ihrer Art sich zu bewegen, recht gut eingerichtete Maschinen verfertigen können; hingegen möchte er zu befürchten haben, daß er sich bey denen Verhältnissen öfters betrügen würde, und die Würckungen dürften selten so beschaffen seyn, wie er sich dieselben voraus vorgestellet gehabt. Eben so würde auch derjenige, welcher nur blosse mathematische Erkenntnisse haben, und bey denen Grössen, de-

ren er sich zu bedienen willens wäre, nur auf Linien und Puncte sehen möchte, ohne Zweifel alsdann, wenn alles zu Stande gebracht worden, einen grossen Abgang bemercken. Endlich würde derjenige, welcher weder ein Meßkünstler, noch ein Naturkündiger wäre, schlechterdings als ein Blinder arbeiten, und sich nicht schmeicheln können, daß er auf andere Art, als bloß zufälliger weise etwas werde ausrichten, und zwar öfters erst nach vielen unnützen, mühsamen und fast allezeit kostbaren Versuchen. Dieses ist eine durch die Erfahrung schon längstens bestätigte Wahrheit, wodurch billig viele Leute solten gewarnet werden, die nur vergebliche und unnütze Arbeiten unternehmen. Gleichwie aber die Eigenliebe, und die Begierde ein Schriftsteller zu werden, gemeiniglich Schuld daran sind, daß so viele schlechte Wercke zum Vorschein kommen, ob sie gleich getadelt werden; so verlassen auch eben diese Ursachen, und öfters zugleich die Gewinnsucht, daß man die Kosten an eine grosse Anzahl von Erfindungen wendet, die niemals würden seyn bekannt worden, woferne diejenigen, welche dieselben aussinnen, so viel verstünden, daß sie erst behörig davon urtheilen könten.

Es werden allezeit mehr schlechte, als tüchtige und gute Maschinen herfür gebracht, und eben dadurch wird das Ansehen der Hebekunst bey denenjenigen Personen in etwas geschwächet, welche einen Verfertiger von allerley Maschinen, wider alles Recht und Billigkeit, mit einem ächten Mechanico vermengen. Man lässet aber diese Einbildung gar bald fahren, wenn man nur bedencket, daß die berühmte-

sten Gelehrten, als ARCHYTAS, ARISTOTELES, ARCHIMEDES, u. a. m. unter denen alten; und die Herrn, MARIOTTE, AMONTONS, DE LA HIRE, VARIGNON, u. a. m. unter denen neuern, sich insbesondere auf die Wissenschaft von nützlichen Maschinen geleget haben, und durch die grosse Erkenntniß, so sie darinnen erlanget sehr berühmt worden sind. Dergleichen Entdeckungen bringen eben so viel Ehre, und verdienen eben den Beyfall, den die von einer jeden andern Gattung erlangen. Ist nicht das Object dieser Wissenschaft schon an und vor sich selbst sehr nützlich? und erlangt die menschliche Gesellschafft nicht grosse Vortheile durch dieselbe? Wir wollen nur von denenjenigen Wercken, so durch solche Wissenschaft sind zu wege gebracht worden, auf dasjenige schliessen, was wir noch ferner davon zu gewarten haben: Die Mühlen, worinnen unser Mehl zubereitet, und unsere Zeuge gewalcket werden, oder worinnen man das Oel aus allerhand Saamen auspresset; die verschiedenen Pumpen, womit das Wasser, zu unsern Gebrauch und zur Auszierung unserer Gärten; in die Höhe getrieben wird; die mancherley Fuhrwercke, wodurch wir so vieler Mühe und Arbeit überhoben werden, und die Fortbringung derer Sachen von einem Ort zu dem andern so gar leicht und bequem gemacht wird; die Rollen, die Kahne, die Spillen, welche man bey der Baukunst und der Schiffarth mit so grossen Vortheil und so fleissig gebrauchet; die Zug-Brücken, und unzehlig viel andere Mittel, deren man sich zur Vertheydigung derer Festungen bedienet, sind ja wohl ohnstreitig eben so viel Maschinen, deren Nutzen wir täglich bemercken, und die

auch

auch so gar nach Beschaffenheit derer Umstände nothwendig erfordert werden. Man muß fürwahr denenjenigen allen Danck abstatten, die sich von denen verführischen Reitzungen der hohen Geometrie loßmachen, damit sie Zeit gewinnen, die Grundsätze derselben zu dergleichen Untersuchungen anzuwenden: denn obgleich diese nicht so herrlich in die Augen fallen, als die Auflösungen wichtiger Aufgaben, so kommen sie mir dennoch eben so schätzbar vor, weil sie näher auf die Beförderung der Wohlfahrt der menschlichen Gesellschaft gerichtet sind, und meistens so können angewendet werden, daß sie eine schleunigere, und zuweilen auch ungleich weiter sich erstreckenden Nutzen verschaffen.

Man theilet die Maschinen gemeiniglich in zwey Gattungen ein, nemlich in die einfachen und zusammengesetzten. Die erstern sind gleichsam die Anfangs-Gründe derer andern, und geben eigentlich den Haupt-Vorwurf von dieser Vorlesung ab; denn die Vervielfältigung und Zusammensetzung einfacher Maschinen in einem gewissen Gantzen verursachet keine wesentliche Veränderung in ihren Eigenschaften, und wir haben nicht nöthig, daß wir erstlich alle und jede zusammengesetzte Maschinen, die man bekant gemacht hat, nacheinander zu erzehlen, um zu zeigen, wie man die einfachen dabey angebracht habe. Wir werden uns damit begnügen, daß wir die gebräuchlichsten anzeigen, deren Verfertigung am leichtesten wird können verstanden werden, und die keiner so langen und ausführlichen Beschreibungen nöthig haben möchten, welchen wir in diesen Werck keinen Platz einräumen können.

Die Anzahl derer einfachen Maschinen variiret nach der Art, wie man ihre einfache Beschaffenheit ansiehet, indem einige dasjenige als einfach ansehen, was andere als schon zusammengesetzt betrachten; es ist dieses aber eine gantz willkührliche Sache, die von gar geringer Wichtigkeit ist. Ich vor mein Theil pflege ohne jedoch die Meynungen zu verwerfen, welche in Ansehung dieses Puncts vor der meinigen abgehen, nur drey Gattungen von einfachen Maschinen anzunehmen, nemlich den Hebel, die schiefliegende Fläche und die Stricke oder Seile. Ehe wir aber diese Materie zu betrachten vornehmen, müssen wir erstlich einige allgemeine Begriffe festsetzen, durch deren Beyhülfe unsere Theorie leichter kan verstanden werden, auch zugleich einigen Schwierigkeiten vorbeugen, die unter die Fortsetzung unserer Erklärungen vielleicht entstehen möchten.

Bey einer Maschine sind besonders 4. Hauptstücke zu betrachten, die Kraft, der Widerstand, der Ruhe oder Mittelpunct der Bewegung, und die Geschwindigkeit, mit welcher die Kraft sowol, als der Widerstand in Bewegung gesetzt werden.

Durch die Kraft verstehet man eine jegliche Gewalt, oder verschiedene mit einander, welche zusammen eine Hinderniß zu überwinden oder deren Stärcke zu unterstützen suchen. Solchemnach müssen die Leute, oder Pferde, von denen ein Schiff gegen den Strohm eines Flusses aufwärts gezogen wird, ingleichen die Gewichte eines Bratenwenders einer Wand-Uhr oder eines penduli, als die bewegende Kraft oder Gewalt angesehen werden.

Wenn die Kraft, so man bey einer Maschine anwendet,

det, in der Stärcke eines Thieres bestehet, so muß man sie in Absicht auf die Beschaffenheit und Dauer der Arbeit schätzen. Denn wenn auch gleich ein Pferd in einer sehr kurtzen Zeit 5- oder 600. Pfund solte überwinden können, und ein Mensch einige Augenblicke lang eine Last von 100. oder 150. Pfund tragen möchte; so darf man dennoch, wenn von einer anhaltenden Arbeit die Rede ist, bey einem Menschen nicht weiter, als auf eine Gewalt von 25. biß 30. Pfund, und bey einem Pferd auf 180. Pfund, seine Rechnung machen, und dennoch müssen sie sich frey regen können, und weder in Ansehung der Einrichtung der Maschine, dazu man sie gebraucht, noch wegen der Situation des Erdreichs, oder anderer Umstände halber, sich in einigen Zwang befinden.

Wenn die Kraft in einem Gewicht oder einer Stahl-Feder bestehet, so kan es sich zutragen, daß sie nicht immerzu von gleichen Vermögen bleibet. Denn erstlich vermindert sich die Kraft einer Stahl-Feder nach dem Maaß wie sie sich abwindet, und wenn die Maschine nicht auf eine solche Art verfertiget ist, wodurch diese Verminderung ersetzet wird, so kan die Kraft zuletzt ohnmöglich so starck seyn, als im Anfange. Zweytens haben wir auch gezeiget, als wir von der Schwehre gehandelt, daß die Vermehrung der Geschwindigkeit im fallen die Gewalt derer gantz frey, d. i. mit einer sehr mercklichen Geschwindigkeit herabfallenden Cörper vermehre; solchemnach muß in allen denen Fällen, wo die Bewegung durch den Stoß eines herabfallenden Cörpers erwecket wird, die Maschine um so vielmehr davon bewegt werden, je höher ein solcher bewegender Cörper herabfällt.

Der Widerstand ist eine andere Kraft, oder die Summe verschiedener Hindernisse, die sich der Bewegung derjenigen Maschine widersetzen, welche die erstere Kraft erregt, oder in Bewegung setzet. Dergleichen ist ein grosser ausgebrochener Stein oder ein Stück Marmor, so vermöge seiner Schwehre der Bemühung derer Menschen widerstehet, die sich bestreben ihn vermittelst eines Haspels, einer Spille, eines Krahns, u. d. gl. herfür oder in die Höhe zu ziehen.

Der Widerstand ist nicht allezeit eine beständige Grösse, wie ein Gewicht, daß man in die Höhe heben will; es sind solches vielmals Stahl-Federn, die man spannen, Cörper die man zertheilen, oder flüssige Materien, die man in der Höhe erhalten soll, und in solchen Fällen muß die Kraft sich im Anfange ihrer Thätigkeit mehr oder weniger anstrengen, als zu Ende derselben. Damit man nun keinen Fehler hierinnen begehe, so muß man das Verhältniß der Maschine auf eine solche Art einrichten, daß der Widerstand, wenn er so starck ist, als er nur immer seyn kan, dennoch sich schwächer befinde, als die bewegende Kraft. Wenn man demnach z. E. das Wasser vermittelst einer Pumpe in die Höhe treiben will, so muß man die Röhre, worinnen es aufsteigen soll, also ansehen, als ob sie beständig voll wäre, ob sie es gleich in der That nicht eher ist, als nachdem der Stempel etlichemal auf und nieder ist gezogen worden, unter welcher Zeit sodann die bewegende Kraft vollkommen zureichend ist.

Derjenige Theil einer Maschine, um welchen die andern sich herum bewegen, wird der Ruhe-Punct,

der

der Mittelpunct der Bewegung oder das *hypomochlium*, genennet: dieses ist an einer Wage derjenige Ort des Klobens, worauf die Achse des Wagebalckens ruhet; an einem Kutschen-Rad ist es das äusserste Ende der Speiche, welches unter dem herumdrehen die Erde berühret; an einer Thür ist es das Band, woran sie sich um den Angel bewegt, an einer Rolle die Achse, u. s. w.

Der Mittelpunct der Bewegung ist nicht allezeit ein eintziger fester Punct, sondern bey verschiedenen Gelegenheiten ist es auch eine Reyhe von Puncten, welche eine Linie formiren: dergleichen ist die Achse in einer Kugel, ingleichen die Gewinde, und alles was eben solche Dienste leistet.

Der Ruhe-Punct ist öfters nicht feste, als nur in Absicht auf die Revolution, davon er den Mittelpunct abgiebt; ausser diesem kan er beweglich seyn. Ein solcher ist z. E. die Achse an einem Karn, welche unterwährender Zeit da sie den Mittelpunct der Bewegung derer Räder abgiebt, zugleich an einer Richtung, die mit dem Erdboden parallel ist, fortgeführet wird. Bisweilen dienet auch so gar die Thätigkeit eines beliebten Cörpers statt eines Ruhe-Puncts, als wenn z. E. zwey Personen eine Last an einem Stock tragen, davon die beyden Ende auf eines jeden seiner Schulter ruhen, so kan einer von beyden, ohne Unterschied, entweder als die Kraft, oder als der Ruhe-Punct angesehen werden.

Die Geschwindigkeiten lassen sich durch die Raume ausmessen, welche die Kraft und der Widerstand durchwandern. Ein Mensch z. E. der eine Last vermittelst einer Spille fortziehet, beschreibet im fortgehen

hen den Umfang von einem Circul, und unter der Zeit, da er diesen Weg zurück legt, so nähert sich die Last in einer gewissen Weite: dieses sind also diejenigen von beyden Seiten durchwanderten Raume, welche die relativen Geschwindigkeiten bestimmen; denn die Zeit ist in Ansehung beyder gleich. Eben so kan man auch, wenn zwey Wage-Schalen, wegen ihres Gleichgewichts, sich in der Ruhe befinden. ihre Geschwindigkeiten aus dem Wege erkennen, den sie zu gleicher Zeit zurück legen würden, die eine im aufsteigen, und die andere im herabsincken, wenn die Bewegung statt hätte.

Die Schwehre ist eine Macht, welche sich in der Hebe-Kunst öfters als eine würckende Kraft, oder als ein Widerstand beweiset: ohnerachtet sie nun allen Theilen einer unter einem gewissen Umfang eingeschlossenen Materie überein zukommt, so wollen wir sie dennoch, um der einfachern Beschaffenheit willen, so betrachten, als ob sie sich nur in einem eintzigen Punct befinde, den wir den **Mittelpunct der Schwehre** nennen werden.

Dieser Mittelpunct der Schwehre ist nicht allezeit der Mittelpunct der Figur, sondern es ist ein Punct, vermittelst welchen, wenn ein Cörper daran ist aufgehänget worden, alle seine übrigen Theile in Ruhe verbleiben, und mit welchen sie sich insgesammt wieder bewegen, wenn er nicht weiter unterstützet wird. Hieraus kan man leicht erkennen, daß sich dieser Punct nicht eben accurat in der Mitte befinden müsse, ausser bey solchen Cörpern, die aus vollkommen gleich-gearteten Theilen zusammen gesetzt sind, und eine regulaire Figur haben. Also ist es offenbar, daß

z. E.

z. E. in einer vollkommen runden Kugel und die durchgängig recht überein dichte ist, alle radii, oder halbe Durchmesser, überein und von gleichen Gewicht sind; überein nemlich, wegen der vollkommen runden Figur; von gleichen Gewicht aber, wegen ihrer vollkommen gleich-gearteten Theile: solchemnach befindet sich alles um einen gewissen Punct herum im Gleichgewicht, der zu gleicher Zeit den Mittelpunct der Schwehre und der Figur abgiebt. Hingegen verhält es sich gantz anders mit einer Stange, deren äusserster Theil mit Eysen beschlagen ist, oder mit einer Schreib-Feder: denn wenn man dieser ihre Länge in zwey gleiche Theile abtheilet, so wird der eine schwehrer seyn, als der andere, und der Schnitt wird keineswegs durch den Mittelpunct der Schwehre gegangen seyn, ob er gleich durch den Mittelpunct der Figur geschehen ist.

Auf eben dieselbe Art, wie man sich die gantze Schwehre eines in einen eintzigen Punct wieder vereinigten Cörpers vorstellet, betrachtet man auch in einem unendlich kleinen Raum die Schwehre verschiedener Cörper, welche vermöge ihres Gewichts bey einer gewissen Action mit einander zugleich würcken. Wenn etliche Massen an einer Schnure an besondern Fäden, womit sie an jene geknüpfet sind, herabhängen, so kan man den gemeinschaftlichen Knoten dieser Fäden als den Mittelpunct derer besonderen Schwehren ansehen, Wenn demnach A und B *Fig. 1. Tab. I.* die Mittelpuncte der Schwehre zweyer aufgehängter Cörper sind, so vereinigen sich ihre Actionen wieder in C, oder in einen jeglichen andern Punct, den man auf der Linie C D möchte erwählen

wollen,

wollen, so fern nur das Gewicht A dem Gewichte B gleich ist; denn wenn eine derer beyden Kugeln aus Holtz, und die andere aus Stein bestünde, so würde der Mittelpunct der schwehreren sich der Linie C D mehr nähern, und die Linie a b würde durch die Richtung C D in zwey ungleiche Theile zertheilet werden davon der längste sich zu dem kürtzesten eben so verhalten würde, wie das grössere Gewicht zu dem kleinern.

Es mag nun auch die Anzahl dieser schwehren Cörper beschaffen seyn wie sie will, so wird man den Ort, wo sich ihre Kräfte wieder vereinigen, mit leichter Mühe bestimmen, weil die Distantzen bereits bekannt sind; es wird aber dieses leichter zuverstehen seyn, wenn wir die Theorie des Hebels werden erkläret haben.

Die Schwehre hat eine verschiedene Intensität, nachdem die Cörper mehr oder weniger von dem Mittelpunct der Erden, nach welchen sie hingehen, entfernet sind; wir werden aber in den Verfolg dieser Vorlesung keineswegs auf diesen Unterschied sehen weil er in dem Umfang, den eine Maschine haben kan, niemals zu bemercken ist; solchemnach werden wir voraussetzen, daß ein Gewicht, dessen Fall nicht beschleuniget ist, allezeit einerley Krafft, oder einerley Druck in seiner gantzen Richtung äussere. Ein Eimer voll Wasser, der an der Rolle des Brunnens 100. Pfund wiegt, wenn er in der Höhe ist, wird daher eben so schwehr geschätzet werden, wenn er sich 50. oder 60. Schuh tiefer befindet, so fern man das Gewicht des Seils in Gedancken davon abziehet; und derjenige, welcher eine Glocke läutet, muß allezeit

zeit einerley Kraft anwenden, es mag nun der Strang entweder lang oder kurtz seyn.

Wir werden auch die Richtungen derer beyden von einander abstehenden Gewichte so ansehen, als ob sie parallel wären, ohnerachtet sie wenn man es recht strenge nehmen will, in etwas gegen einander incliniren, weil alle schwehre Cörper sich nach einerley Punct hinziehen, welches der Mittelpunct der Erden *ist*; wir sind aber allzuweit von demselben entfernet, als daß wir einigen Fehler in der Rechnung solten zu befürchten haben, wenn wir diese Inclination übersehen.

Um alles dasjenige aus dem Wege zu räumen, was auf einige Weise von unsern gegenwärtigen Vorwurf abgehet, oder sonst nicht darzu gehöret, so werden wir in dieser gantzen Vorlesung von denen Fictionen und dem Widerstand derer Mitteldinge völlig abstrahiren, welche Hinderniße inzwischen dennoch in der Praxi müssen beobachtet werden, weil dieselben, wenn man sie übersiehet, oder nicht behörig nach ihren Wehrte schätzet, gar merckliche Fehler in denen Rechnungen verursachen, die man in Ansehung des Products derer Maschinen anstellet, wie wir bereits in der dritten Vorlesung, bey der Erklährung des ersten Gesetzes der Bewegung, gezeiget haben.

Der erstere Abschnitt.

Von dem Hebel.

Ein Hebel, wenn man ihn mathematisch betrachtet, ist nichts anders, als eine gerade Linie, wo-

durch

durch die Distantzen und die Stellungen der Krafft, des Widerstandes und des Ruhe-Puncts nach ihrer Ordnung eingerichtet werden. Wenn diese Linie in der Praxi schwehr und krumm wird, so muß ihr Gewicht also angesehen werden, als ob es einen Theil der Kraft, oder des Widerstandes ausmache, und ihre Krümme kann sich allezeit in die Distantz einschräncken, die sie zwischen diesen beyden Arten einer Macht, in Absicht auf ihre Richtung, oder vielmehr zwischen eine von beyden und den Ruhe-Punct, zu setzen pflegt. Solchemnach beträgt E F G, *Fig. 2. Tab. I.* eben so viel, als e g; und wenn die beyden Stücke E F, und F G, von Eisen, oder sonst von einer mercklich schwehren Materie sind, so macht ein jedes einen Theil von der darauf ruhenden Masse, E oder G, aus.

Man theilet gemeiniglich die Hebel in dreyerley Arten ein, nach denen Stellungen, die man der Kraft, dem Widerstande und dem Mittelpunct der Bewegung, oder dem Ruhe-Punct, geben kan. Wenn man dem Beyspiel einiger berühmten Schriftsteller *) nachfolgen wolte, so würde man dasjenige, was ich Widerstand und Ruhe-Punct genennet habe, als zwey andere Kräfte ansehen können, und alsdenn würde die Eintheilung derer Hebel in dreyerley Arten nicht mehr statt haben; es hat mir aber geschienen, als ob ich mit einigen Vortheil mich nach der gebräuchlichsten Methode in einer solchen Vorlesung richten könte, die nicht so wohl einen Tractat von der Hebe- oder Bewegungs-Kunst, als vielmehr eine blosse Erklährung derer Grundsätze dieser Wissenschaft,

*) Siehe des Herrn DE LA HIRE seinen Tractat von der Mechanic.

schaft, abgiebt. Um also diese drey Gattungen derer Hebel vorzustellen, so werde ich (*Fig. 3. 4. 5. 6. Tab. I.*) die bewegende Kraft unter einer Hand, A, den Widerstand durch ein Gewicht B, und den Ruhe-Punct durch einen Stift, C, vorstellen.

Die Hebel von der ersten Art sind diejenigen, wo sich der Ruhe-Punct zwischen der Kraft und dem Widerstand befindet. *Fig. 3. Tab. I.*

Die Hebel von der andern Art haben den Widerstand zwischen dem Ruhe-Punct und der Kraft. *Fig. 4.*

Bey denen Hebeln von der dritten Art befindet sich die Kraft zwischen dem Ruhe-Punct und dem Widerstand. *Fig. 5.*

Die Gattungen einer jeglichen Art unterscheiden sich durch die Distantz, so sich zwischen der Kraft und dem Ruhe-Punct findet, wenn man diejenige dagegen hält, so zwischen eben diesem Punct und dem Widerstand bemercket wird. Wenn z. E. der Stift, an statt daß er sich in C. befindet, eigentlich in c wäre, *Fig. 3. Tab. I.* so würde solches noch allezeit ein Hebel von der ersten Art seyn, nur von einer ganz andern Gattung. Um sich also recht deutlich über einen Hebel, es sey auch was für einer es wolle, zu erklären, müste man sagen: Er ist von der und der Art, und die Entfernungen derer widerstehenden und bewegenden Kräfte von dem Ruhe-Punct, verhalten sich unter einander, wie 2. zu 3. oder zu 4. oder zu 5. u. s. w.

Die Entfernung dieser beyden Kräfte von dem Ruhe-Punct bestimmet den Weg, welchen sie nehmen müssen, und folglich ihre Geschwindigkeiten;

denn weil sich keine ohne die andere bewegen kan, so ist es offenbar, daß die Kraft A, *Fig. 6. Tab. I.* nicht mehr Zeit anwenden wird, um den Bogen Aa, zu durchwandern, als der Widerstand gebrauchen wird, um seinen Bogen B b, zu durchwandern. Wenn die Zeiten gleich sind, so müssen die Geschwindigkeiten sich vermittelst derer durchwanderten, oder zu durchwandernden Raum mit einander vergleichen lassen, wie wir solches bereits in dem ersten Theil, *p. 226. seqq.* gezeiget haben, als wir von denen Eigenschaften der Bewegung gehandelt. Da sich nun die Bögen A C und B C, nach dem Verhältniß ihrer Halbmesser richten, so ist es gewiß, daß wenn man diese beyde letztere Distantzen weiß, man auch die Geschwindigkeit der Kraft und des Widerstandes wisse. Hieraus folget nun

1) Daß ein Gewicht, wenn es durch einen Horizontal gestellten Hebel als eine Kraft, oder als ein Widerstand würcket, um so vielmehr Vermögen habe, je weiter es von dem Ruhe-Punct entfernet ist.

2) Daß zwey gleiche auf einen solchen Hebel einander entgegen gesetzte Massen nicht eher im Gleichgewicht seyn können, als wenn sie sich von dem Unterstützungs-Punct gleich-weit entfernet befinden, und wenn sie auf gegenseitige Weise würcken.

3) Daß zwey ungleiche Gewichte auf einem solchen Hebel gleiche Kräfte gegen einander äussern, wenn ihre Distantzen von dem Ruhe-Punct sich eben so untereinander verhalten, wie das Verhältniß ihrer Massen ist.

Diese drey Sätze werden durch Experimente erst recht deutlich werden.

Das

Das erste Experiment.

Vorbereitung.

Die 7te Figur *Tab. I.* stellet eine auf einem Fuß aufgerichtete verticale Fläche vor, welche in der Mitte einen langen Durchschnitt, H I, hat. Das Stücke K ist eine Gattung eines Klobens von einem Wagbalcken, der an verschiedene Orte des Durchschnitts, vermittelst eines mit einer Schraube versehenen Stifts, der queer hindurch gehet, und hinten mit einer Schraubenmutter befestiget wird, kan gestellet werden. L M ist ein kleines metallenes Gehäuß, welches sich auf 2. Stiften innerhalb dem Kloben beweget, und wodurch man den Hebel N O fortrücken lässet, um ihn an denjenigen Ort seiner Länge zu befestigen, wo man es eigentlich beliebt. Durch dieses Mittel verändert der feste Punct die Stelle nicht allein auf der Fläche, sondern auch an dem Hebel, dessen äusserste Ende durch bohret sind, damit man Gewichte daran hängen könne, an deren jeden sich unten ein kleiner Ring befindet, um wieder andere an denselben anzuhängen. P ist eine Masse, durch welche der Hebel hindurch gehet, und die man an einem dienlichen Ort an demselben zurück hält, um ihn in solchen Fällen mit sich selbst in das

Gleichgewicht zu bringen, da der Ruhe-Punct nicht eben in der Mitte seiner Länge sich befindet. Q ist eine Rolle, die sich gantz leicht um ihre Achse bewegt, deren Wirbel oben auf der Verticalen Fläche auf einer kleinen Gabel, in einer selbst beliebigen Entfernung, liegt. Um diese Rolle herum gehet eine Schnure, daran sich auf einer Seite ein Gewicht, und auf der andern ein Hacken befindet, um den Hebel in denenjenigen Fällen zugleich mit zu halten, wenn der feste Punct an eines von denen beyden äussersten Enden ist gestellet worden.

Mit dieser auf solche Art zubereiteten Maschine kan man die Hebel von allen Arten und Gattungen zu Experimenten gebrauchen, die Kraft und den Widerstand, nicht allein in Ansehung ihrer Entfernungen von dem Ruhe-Punct, sondern auch in Ansehung ihrer Massen oder absoluten Grössen, verändern, und vermittelst eines Gegengewichts P. kan der Hebel allezeit eine mathematische Linie vorstellen, die nicht biegsam ist und keine Schwehre hat.

Nachdem nun diese Mittel also vorausgesetzt sind, so werden wir sie nicht weiter unter unsern Figuren zum Vorschein kommen lassen, sondern jedes Experiment nur durch Linien

nien vorstellen, um alles überflüssige von unsern Erklärungen hinweg zulassen, und die Aufmercksamkeit des Lesers nur bloß mit demjenigen Vorwurf zu beschäftigen, da von eigentlich die Rede seyn wird.

Wenn man nun den Hebel auf solche Art gestellet hat, daß sein fester Punct sich zwischen zwey Gewichten befindet, wie solches durch die 8te Figur vorgestellet ist, so wird man als denn folgendes bemercken.

Würckungen.

1. Wenn der feste Punct in a ist, das ist, wenn er den Hebel in zwey gleiche Theile theilet, so erhält eine Kraft von einem Pfund einen Widerstand von gleichen Gewicht in der Höhe.

2. Wenn der feste Punct in b ist, so ist die Seite, wo sich die Kraft befindet, zweymal länger, als das Stück, wo der Widerstand ist; ein Pfund in P unterstützet also 2. Pfund in R.

3. Wenn der feste Punct in c ist, so ist es aus c bis in p dreymal so lang, als aus c in r, mithin wird eben dasselbe Gewicht von einem Pfund, wenn es in P angebracht ist, drey Pfund unterstützen, die sich in R befinden.

Das zweyte Experiment.

Vorbereitung.

Mann muß die vorher beschriebene Maschine (*Fig. 7. Tab. I.*) so einrichten, daß der unbewegliche Punct sich an einem von denen beyden äussersten Enden des Hebels befinde, und das kleine Gehäuß, wodurch derselbe hin und wieder gehet, und welches durch die Kraft P unterstützet wird, erstlich auf den Punct 2. und nachgehends auf den Punct 1. könne gestellet werden. Siehe die 9te Figur *Tab. I.*

Würckungen.

In dem ersten Fall giebt R, welches ein Pfund wiegt, das Gleichgewicht von P ab welches $1\frac{1}{2}$ Pfund beträgt.

In dem zweyten Fall muß man, um das Gleichgewicht zu erhalten, die zwey Puncte so stellen, daß sie sich wie 3. zu 1. verhalten, das ist, die Masse P, welche von dem Ruhe-Punct nur um einen einzigen Raum entfernet ist, muß 2. Pfund schwehr seyn, da inzwischen die andere R, welche sich in der dritten Entfernung befinder, nur 1. Pfund wiegt.

Dieser Hebel, welcher von der dritten Art ist kan auch den Hebel von der zweyten Art vorstellen wenn man dasjenige als den Widerstand betrachtet, was wir als die Kraft angesehen haben.

Er-

Erklärungen.

Die Grundsätze, welche ich anfänglich errichtet habe, lassen nicht viel übrig, das noch zur Erklärung derer in diesen beyden erstern Experimenten angeführten Begebenheiten könte beygefüget werden. Die Thätigkeit, oder die Kraft eines Cörpers, lässet sich nach der Grösse der Bewegung abmessen, die er entweder würcklich hat, oder haben würde, wofern er nicht zurück gehalten wäre; die Grösse aber der Bewegung entstehet aus der mit der Geschwindigkeit multiplicirten Masse. Die Kraft und der Widerstand können sich auf einerley Hebel nicht anders, als zu eben derselben, oder zu gleicher Zeit, bewegen, ihre Geschwindigkeiten, das ist, diejenigen so sie würcklich haben, oder auch haben würden, wenn die Bewegung statt haben solte, können nur in Ansehung derer Raume von einander unterschieden seyn. Wenn auf einen horizontalen und durch den Ruhe-Punct in zwey gleiche Stücke getheilten Hebel, zwischen zwey einzelnen Pfunden ein Gleichgewicht ist, wie man solches aus dem Erfolg des ersten Experiments gesehen hat, so rühret solches davon her, weil dieser Hebel sich nicht bewegen kan, ohne daß die beyden Gewichte zu gleicher Zeit zwey gleiche Bögen durchwandern solten, oder (welches eben so viel ist,) ohne daß sie gleiche Geschwindigkeit hätten: denn die Gleichheit derer Geschwindigkeiten und die Gleichheit derer Massen, so sich auf beyden Seiten befindet, bringt gleiche Kräfte herfür, die einander hinwiederum vernichten, weil sie selbst gegen einander gehen, und dieses nennet man das Gleichgewicht.

Bey dem zweyten Erfolg bemercket man ein Pfund, das zwey andere in der Höhe erhält, weil es so gestellet ist, daß es zweymal mehr Geschwindigkeit haben würde, als das ihm entgegen gesetzte Gewicht: denn wenn 1, als die Masse, mit 2, als der Geschwindigkeit multipliciret wird, so kommt eben so viel heraus, als wenn 1, als die Geschwindigkeit, mit 2, als der Masse, multipliciret wird. Diese Rechnung kan man leichtlich auch bey denen andern Würckungen appliciren.

Zugabe.

Weil eine an einen Hebel angebrachte Kraft immer zu stärcker wird, nach dem Maaß, wie sie sich von dem Ruhe-Punct entfernet, wie man solches aus denen vorhergehenden Experimenten hat sehen können, so muß man daraus diesen Schluß machen, daß eine sehr kleine Kraft, vermittelst eines ziemlich langen Hebels, einer andern unendlich grossen Kraft das Gleichgewicht halten, oder dieselbe überwältigen könne. ARCHIMEDES konnte demnach mit allen Recht sagen, daß er die gantze Erdkugel bewegen wollte, wenn er einen von derselben abgesonderten Punct haben würde, denn wenn er auf diesen Ruhe-Punct einen Hebel gestellet hätte, dessen Arm von Seiten der Kraft denjenigen, den er an die Erd-Kugel angebracht um so viel, oder auch noch mehr an Länge übertroffen hätte, als das Gewicht dieser Kugel die Stärcke eines Menschen übertreffen möchte, so ist es nach denen oben errichteten Grundsätzen offenbar, daß er sein Versprechen durch eine gantz unstreitige Demonstration würde erfüllet haben; es ist aber unnöthig zu erwehnen, daß ein solcher Hebel, dessen er sich bey dergleichen

gleichen Operation würde haben bedienen müssen, wie auch der unbewegliche Punct, den er verlangte, nur als eine in der Einbildung beruhende Sache (ens rationis) anzusehen sey.

Anwendungen.

Die Hebel sind von einen so allgemeinen Gebrauch, nicht allein bey denen Künsten, sondern auch so gar im gemeinen Leben, und in dem Mechanismo der Natur, daß man sie fast überall antrifft, so wenig man auch gleich darauf Achtung giebt. Wir werden nur einige wenige Beyspiele anführen, um eine allzuweitläuftige und überflüssige Erzehlung zu vermeyden.

Die Zimmerleute, die Mäurer, und andere Handwercker, welche grosse Steine, oder grosse Stücken Holtz bewegen müssen, bedienen sich zum öftern einer eisernen Stange, die fast gantz durchaus rund gemacht, an dem einen Ende aber platt und etwas umgebogen ist. Dieses Werckzeug, welches sie gemeiniglich einen Geiß-Fuß nennen, lässet sich hauptsächlich auf zweyerley Art gebrauchen. Bißweilen pflegt man, nachdem das äusserste platte Ende, welches die Klaue genennet wird, zwischen das Stück, so man beweaen will, und die Erde, worauf dasselbe liegt, ist gestecket worden, den gekrümmten Theil A, *Fig. 1. Tab. II.* auf einen harten Cörper zu legen, und indem man hernach auf das andere Ende der Stange B drücket, so wird die Last, zwar in der That nicht gar zu hoch, doch hinlänglich aufgehoben, daß man ein Seil, eine Waltze u. d. gl. frey darunter schieben kan, welches öfters schon genug ist. Ein andermal bringet man auch wohl die Klaue ein wenig tiefer unter das Stück, das man

bewegen will, und indem dieselbe in die Höhe gehoben wird, so wendet man alle Gewalt gegen den Theil C, der darauf ruhet. Siehe die 2te Figur *Tab. II.*

Der Geiß-Fuß ist also, wie man hieraus sehen kan, nichts anders, als ein Hebel, der bey dem zu erst von uns ausgeführten Gebrauch von der ersten Art ist; denn der Punct A, welcher die Stütze abgiebt, befindet sich zwischen der Kraft und dem Widerstand. Bey dem zweyten Gebrauch ist er von der zweyten Art, weil der Widerstand an dem Punct C, geschiehet, zwischen der Kraft und dem äussersten Ende der Klaue, welches gegen die Erde gestützet ist.

Da dieses Instrument gewöhnlicher massen gebraucht wird, um schwehre Lasten damit aufzuheben, so ist das Stück von dem umgebogenen Ende, welches die Stelle des Ruhe-Puncts vertreten muß, oder die Gewalt des Widerstandes aufnimmet, allezeit sehr weit von dem andern Ende entfernet, das man in der Hand behält: Solchemnach hat die Kraft, da sie allezeit weiter von dem Ruhe-Punct, als von dem Widerstand, entfernet ist, vermittelst solcher Stellung einen mercklichen Vortheil über diesen letztern.

Die Ruder derer Schiffer sind Hebel von der zweyten Art, davon man das eine Ende gegen das Wasser stützet, da inzwischen die an das andere Ende applicirte Kraft alle ihre Gewalt nach demjenigen Ort des Schiffes hintreibet, wo das Ruder befestiget ist. Dieser Ort theilet die Länge des Ruders in zwey Theile, davon der eine auf das Wasser schlägt, da inzwischen der andere durch die Arme des Ruder-Knechts in Bewegung gesetzet wird. Es würde ohne

ne Zweifel von grossen Nutzen seyn, wofern einer von diesen Theilen so wol, als der andere, sehr lang wären; der erstere, weil er also auf einen grössern Umfang des Wassers treffen, und der Ruhe-Punct desto unbeweglicher seyn würde; der zweyte aber, weil dadurch eine grössere Distantz zwischen der Kraft und dem Ruhe-Punct entstehen würde. Es finden sich aber auch Ursachen, wodurch man genöthiget wird dieser Länge von beyden Seiten, nach denen Umständen, gewisse Gräntzen zusetzen.

Man darf nemlich von Seiten der Kraft die Ruder nicht verlängern, ohne zugleich eine stärckere Bewegung von derselben zu erfordern. Die Kraft eines Menschen ist in einem gewissen Umfang eingeschräncket, ausser welcher er mit allzu grosser Beschwehrlichkeit arbeitet! man kan hiervon aus der Bemühung derer Ruder-Knechte schliessen, wenn deren 4. oder 5. an einem Ruder ziehen, indem diejenigen, welche sich an dem äussersten Ende befinden, ob sie gleich die allerstärcksten sind, dennoch diese gewaltsame Bewegung kaum einige Jahre lang ausstehen können. In denen kleinen Fahrzeugen, wo ein einziger Mensch zwey Ruder in Bewegung setzet ist eben diese Länge durch die kleine Distantz, die sich von einem Rand bis zum andern daselbst befindet, noch weiter eingeschräncket; denn der Schiffer, welcher mitten in diesen Raum sitzt, ist eigentlich die gemeinschaftliche Kraft beyder Ruder.

Die Ruder, welche gegen das Wasser allzusehr verlängert sind, erfordern eine sehr freye Schiffarth: man kan sich dererselben in kleinen Flüssen fast gar nicht bedienen, wie auch in denen die viele Krüm-

men

men haben, die mit Insuln und Felsen angefüllet sind, oder selbst in denen Häfen, die fleissig besuchet werden, wegen derer vielen Hindernisse, so sich daselbst ereignen. Ohne Zweifel geschiehet es also um dieser Ursachen willen, daß die Ruder so wol in Ansehung derer Gestalten, als derer Grössen, variiren, nach Beschaffenheit der Umstände derer mancherley Oerter, und derer verschiedenen Arten sie zu gebrauchen.

Das Messer derer Becker, ist auch noch ein Hebel von der zweyten Art, wenn dasselbe, nachdem es mit dem einen Ende auf einen Tisch befestiget worden, und sich daselbst um einen unbeweglichen Punct herumdrehet, mit der Hand, darein man den Stiel desselben fasset auf ein Brod gesetzet, und solches damit angeschnitten wird.

Die Schauckel ist ein Hebel von der ersten Art, welches man alsobald daran erkennet, wenn man sich ein langes Stück Holtz vorstellet, das in der Mitte von etwas unterstützet wird, und auf dessen beyden Enden zwey Personen sitzen, davon eine die andere in die Höhe hebt, wenn diese nemlich, indem sie mit dem Fuß, oder auf andere Weise den Erdboden berühret, zugleich denjenigen Theil des Hebels, darauf sie sitzt, in etwas von seiner Last erleichtert.

Die Scheeren, und alle Arten von Zangen, sind nichts anders, als paarweise zusammengefügte Hebel; die Bestrebung der Hand, oder derer Finger, welche die beyden Arme dererselben auf und zudrücken, muß als die Kraft angesehen werden; der Stift oder Nied, oder was sonst dessen Stelle vertrit, ist ein unbeweglicher Punct, der beyden gemeinschaftlich

ist;

ist; und dasjenige, was man zerschneidet, oder zusammendrücket, stellet den Widerstand vor.

Diejenigen von diesen Werckzeugen, welche grosse Gewalt auszuüben bestimmet sind, wie z. E. die Scheeren derer Kupferschmiede, oder Klempner, welche Metalle zerschneiden müssen, haben in Vergleichung gegen die schneidende Theile, welche man die Messer nennet, sehr lange Stiele; indem nun solchergestalt die Kraft auf einen ziemlich langen Theil des Hebels würcket, so kan sie daher allerdings einen sehr grossen Widerstand überwältigen. Im Gegentheil äussert sich dergleichen geringer Widerstand in denenjenigen Feuer-Zangen, die man nur gebraucht um einige Kohlen fortzulegen, bloß in denen beyden äussersten Enden derer beyden langen Stiele, welches Hebel von der dritten Art sind; der Ort, wo sie vermittelst eines Gewindes, oder einer schwachen Feder, mit einander vereiniget werden, ist als der Ruhe-Punct anzusehen, und die Hand, welche macht daß sie sich bewegen, ist die Kraft.

Die Scheeren, welche man zum ausschneiden derer Figuren gebraucht, haben ziemlich lange Stiele, und sehr kurtze Klingen: es geschiehet aber solches nicht deßwegen, daß man eine grosse Gewalt solte von nöthen haben, um zartes Papier zu zerschneiden, sondern, da man bey dem ausschneiden öfters dahin zu sehen hat, daß kleine Theilgen beybehalten werden, so muß man zu rechter Zeit die Scheeren können anhalten, und dieses lässet sich am leichtesten thun, wenn die Bewegung derer Finger, wodurch die Stiele auf- und niedergedruckt werden, sich mercklich weiter ausbreitet, als die Bewegung derer Klingen.

End-

Endlich sind auch die Armen, die Finger und die Schenckel derer Thiere annoch Hebel oder Zusammensetzungen von Hebeln, wodurch die Kraft derer Muskeln auf die zuträglichste und vortheilhaftesten Art angewendet wird, entweder um den Cörper von einem Ort zu dem andern zu versetzen, oder um alles dasjenige herbey zu bringen, was ihm nöthig oder nützlich ist, oder auch um dasjenige zu entfernen, was ihm möchte schädlich seyn. Ein gewisser Schriftsteller *) hat in einem besondern Werck das merckwürdigste von diesen wunderbaren mechanismo umständlich gezeiget und werden sonderlich die Liebhaber der Zergliederungskunst darinnen vieles finden, das sie vergnügen wird.

Da der Hebel bey denen beyden erstern Experimenten in einer horizontalen Stellung erhalten wurde, so haben wir statt der Kraft und des Widerstandes uns schwehrer Cörper bedienet, deren Stärcke sich in verticalen Richtungen äusserte, das ist, die in dem Augenblick, da diese Kräfte anfingen zu wircken, gerade Winckel mit der Länge des Hebels machten. Es kan sich aber zutragen, und es geschiehet in der That sehr oft, entweder wegen der Lage des Hebels, oder in Ansehung der Natur derer Kräfte, die man hierbey anwendet, daß ihre Stärcke sich schräge äussert; und da überhaupt eine jegliche Kraft, die ihre Thätigkeit schräge beweiset, eine schwächere Würckung hat, als die solches gerade thut, so ist allerdings sehr viel daran gelegen, daß man wisse, was man von einem solchen schiefen Queergang bey dem Gebrauch derer Hebel zu gewarten habe.

Wenn

*) BORELLUS in seinem Tractat de motu animalium.

Wenn die Richtungen der Kraft und des Widerstandes schief gegen die Länge des Hebels gehen, so kan es sich zutragen, daß sie solches alle beyde überein sind; es kan sich auch fügen, daß solche Richtungen verschiedene Grade eines schiefen Queergangs annehmen, und eine oder die andere mehr oder weniger gegen den Hebel inclinire: bey solchen verschiedenen Fällen ist nun folgendes hauptsächlich zu mercken:

1. Das Vermögen einer Kraft ist alsdenn am grössesten und stärcksten, wenn die Richtung derselben senckrecht auf denjenigen Arm des Hebels gehet, durch dessen äusserstes Ende sie würcket. Also würde das Gewicht B, *Fig. 3. Tab. II.* nicht vermögend seyn, das in A befindliche zu unterstützen, wenn dasselbe, an statt daß es seine Schwehre in der Richtung Bb äussern solte, seine Stärcke sehr schief, wie b D, oder b E, zeigen würde.

2. Zwey Kräfte, die durch beyde Armen eines einigen Hebels gegen einander würcken, erhalten einerley Verhältniß unter einander, wenn ihre Richtungen, sie mögen nun so senckrecht seyn, als sie wollen, überein schief, gegen den Hebel zu, werden. Das ist, wenn die Gewichte P und R, *Fig. 4. Tab. II.* sich im Gleichgewicht befinden, so werden sie auch in diesem Zustand beharren, wofern nur ihre Richtungen, indem sie auf dem Hebel sich abwärts neigen, beständig gegen einander parallel verbleiben, wie a p, und b r.

3. Wenn diese Richtungen verschiedene Grade eines schiefen Queergangs annehmen, also daß die eine von beyden mit dem Arm des Hebels einen grössern oder kleinern Winckel macht, als die andere, so wird diejenige von solchen beyden Richtungen, die sich mehr

von

von dem graden Winckel entfernen möchte, wenn sich sonst alles überein befindet, die Kraft mehr schwächen. Solchemnach wird eine Kraft, die eigentlich nur zur Unterstützung der Masse Q möchte hinlänglich seyn, so lange sie nemlich nach der Richtung P p, *Fig. 5. Tab. II.* würcket, nicht mehr dergleichen Vermögen haben, wenn sie aus dieser Linie heraus gehet, sie wird aber noch weniger solches leisten können, je weiter sie sich von solcher Richtung entfernen, und sich auf die Puncte e, d, e und f stellen wird. Drey Experimente werden die Sätze vollkommen erläutern.

Das dritte Experiment.

Vorbereitung.

Die 6te Figur *Tab. II.* stellet eine rechte glatte und vertical auf einen Fuß aufgerichtete Fläche vor. In F ist ein Kloben befestiget, der dem an einem Wagebalcken befindlichen ziemlich gleich ist, damit er einen Hebel, G H, zur Stütze diene, der sich auf zwey Zapfen frey darinnen bewegt. I K ist ein Linial, das sich in einem Falz hin und her schieben lässet, und an dessen äussersten Ende sich eine gantz leicht bewegliche Rolle befindet. Uber diese Rolle lässet man einen gantz zarten Faden gehen, der auf einer Seite an des Hebels äusserstes Ende H geknüpfet, und auf der andern Seite mit einem kleinen Hacken versehen ist, daran

daran man ein Gewicht hängen kan. Vermittelst dieser Rolle nun und das daran befestigten beweglichen Linials, kan man die Richtung der Schnure und folglich auf der Kraft selbst, die man mit der selben verbindet, nach Gefallen verändern.

Anfänglich bringet man zwey Gewichte in solchen Richtungen, die mit denen Armen des Hebels senckrecht sind, daran in das Gleichgewicht, und nachgehends lässet man den Faden über die Rolle hingehen, und macht also, daß die Richtung des einen von beyden Gewichten schief wird, wie a I, oder a D, *Fig.*7.

Würckungen.

Wenn die Richtung des Fadens nicht mehr senckrecht gegen den Hebel ist, so ist die Stärcke der Kraft P nicht mehr vermögend das Gewicht auf der andern Seite empor zu halten, und das Gleichgewicht wird nicht eher wieder hergestellet, bis der Faden wieder in die Richtung a C gelanget.

Erklärungen.

Wenn das Gewicht sich in C befindet, so hält es dem Widerstande E das Gleichgewicht, weil es gerade gegen denselben würcket; denn weil seine Richtung a C mit b E parallel ist, so ist es eben so viel, als ob diese beyde Kräfte in einerley Linie einander gerade entgegen gesetzet wären. Dieser Hebel von

Endlich sind auch die Armen, die Finger und die Schenckel derer Thiere annoch Hebel oder Zusammensetzungen von Hebeln, wodurch die Kraft derer Muskeln auf die zuträglichste und vortheilhaftesten Art angewendet wird, entweder um den Cörper von einem Ort zu dem andern zu versetzen, oder um alles dasjenige herbey zu bringen, was ihm nöthig oder nützlich ist, oder auch um dasjenige zu entfernen, was ihm möchte schädlich seyn. Ein gewisser Schriftsteller *) hat in einem besondern Werck das merckwürdigste von diesen wunderbaren mechanismo umständlich gezeiget und werden sonderlich die Liebhaber der Zergliederungskunst darinnen vieles finden, das sie vergnügen wird.

Da der Hebel bey denen beyden erstern Experimenten in einer horizontalen Stellung erhalten wurde, so haben wir statt der Kraft und des Widerstandes uns schwehrer Cörper bedienet, deren Stärcke sich in verticalen Richtungen äusserte, das ist, die in dem Augenblick, da diese Kräfte anfingen zu wircken, gerade Winckel mit der Länge des Hebels machten. Es kan sich aber zutragen, und es geschiehet in der That sehr oft, entweder wegen der Lage des Hebels, oder in Ansehung der Natur derer Kräfte, die man hierbey anwendet, daß ihre Stärcke sich schräge äussert; und da überhaupt eine jegliche Kraft, die ihre Thätigkeit schräge beweiset, eine schwächere Würckung hat, als die solches gerade thut, so ist allerdings sehr viel daran gelegen, daß man wisse, was man von einem solchen schiefen Queergang bey dem Gebrauch derer Hebel zu gewarten habe.

Wenn

*) BORELLUS in seinem Tractat de motu animalium.

Wenn die Richtungen der Kraft und des Widerstandes schief gegen die Länge des Hebels gehen, so kan es sich zutragen, daß sie solches alle beyde überein sind; es kan sich auch fügen, daß solche Richtungen verschiedene Grade eines schiefen Queergangs annehmen, und eine oder die andere mehr oder weniger gegen den Hebel inclinire: bey solchen verschiedenen Fällen ist nun folgendes hauptsächlich zu mercken:

1. Das Vermögen einer Kraft ist alsdenn am grössesten und stärcksten, wenn die Richtung derselben senckrecht auf denjenigen Arm des Hebels gehet, durch dessen äusserstes Ende sie würcket. Also würde das Gewicht B, *Fig. 3. Tab. II.* nicht vermögend seyn, das in A befindliche zu unterstützen, wenn dasselbe, an statt daß es seine Schwehre in der Richtung Bb äussern solte, seine Stärcke sehr schief, wie b D, oder b E, zeigen würde.

2. Zwey Kräfte, die durch beyde Armen eines einigen Hebels gegen einander würcken, erhalten einerley Verhältniß unter einander, wenn ihre Richtungen, sie mögen nun so senckrecht seyn, als sie wollen, überein schief, gegen den Hebel zu, werden. Das ist, wenn die Gewichte P und R, *Fig. 4. Tab. II.* sich im Gleichgewicht befinden, so werden sie auch in diesem Zustand beharren, wofern nur ihre Richtungen, indem sie auf dem Hebel sich abwärts neigen, beständig gegen einander parallel verbleiben, wie a p, und b r.

3. Wenn diese Richtungen verschiedene Grade eines schiefen Queergangs annehmen, also daß die eine von beyden mit dem Arm des Hebels einen grössern oder kleinern Winckel macht, als die andere, so wird diejenige von solchen beyden Richtungen, die sich mehr

von

von dem geraden Winckel entfernen möchte, wenn sich sonst alles überein befindet, die Kraft mehr schwächen. Solchemnach wird eine Kraft, die eigentlich nur zur Unterstützung der Masse Q möchte hinlänglich seyn, so lange sie nemlich nach der Richtung P p, *Fig. 5. Tab. II.* würcket, nicht mehr dergleichen Vermögen haben, wenn sie aus dieser Linie heraus gehet, sie wird aber noch weniger solches leisten können, je weiter sie sich von solcher Richtung entfernen, und sich auf die Puncte e, d, e und f stellen wird. Drey Experimente werden die Sätze vollkommen erläutern.

Das dritte Experiment.

Vorbereitung.

Die 6te Figur *Tab. II.* stellet eine rechte glatte und vertical auf einen Fuß aufgerichtete Fläche vor. In F ist ein Kloben befestiget, der dem an einem Wagebalcken befindlichen ziemlich gleich ist, damit er einen Hebel, G H, zur Stütze diene, der sich auf zwey Zapfen frey darinnen bewegt. I K ist ein Linial, das sich in einem Falz hin und her schieben lässet, und an dessen äussersten Ende sich eine gantz leicht bewegliche Rolle befindet. Uber diese Rolle lässet man einen gantz zarten Faden gehen, der auf einer Seite an des Hebels äusserstes Ende H geknüpfet, und auf der andern Seite mit einem kleinen Hacken versehen ist, daran

daran man ein Gewicht hängen kan. Vermittelst dieser Rolle nun und das daran befestigten beweglichen Linials, kan man die Richtung der Schnure und folglich auf der Kraft selbst, die man mit der selben verbindet, nach Gefallen verändern.

Anfänglich bringet man zwey Gewichte in solchen Richtungen, die mit denen Armen des Hebels senckrecht sind, daran in das Gleichgewicht, und nachgehends lässet man den Faden über die Rolle hingehen, und macht also, daß die Richtung des einen von beyden Gewichten schief wird, wie a I, oder a D, *Fig.*7.

Würckungen.

Wenn die Richtung des Fadens nicht mehr senckrecht gegen den Hebel ist, so ist die Stärcke der Kraft P nicht mehr vermögend das Gewicht auf der andern Seite empor zu halten, und das Gleichgewicht wird nicht eher wieder hergestellet, bis der Faden wieder in die Richtung a C gelanget.

Erklärungen.

Wenn das Gewicht sich in C befindet, so hält es dem Widerstande E das Gleichgewicht, weil es gerade gegen denselben würcket; denn weil seine Richtung a C mit b E parallel ist, so ist es eben so viel, als ob diese beyde Kräfte in einerley Linie einander gerade entgegen gesetzet wären. Dieser Hebel von

der ersten Art, dessen Arme überein sind, thut nichts weiter, als daß er die beyden Kräfte einander entgegen setzet: wolte die eine von beyden sich ungezwungener Weise von unten nach oben zu bewegen, so könte man sie in a stellen, und alsdenn würde das Gleichgewicht ebener massen unter ihnen bestehen, dafern nur ihre Richtungen einander gerade entgegen gesetzt bleiben. Dieser gerade Gegenstand ist also eine ohnumgängliche nöthige Bedingung, folglich, wenn nun die eine von denen beyden Kräften ihre senckrechte Richtung gegen einen von denen Armen des Hebels hat, und es befindet sich sonst alles überein, so muß die andere, um derselben gleich zu seyn, auch einen geraden Winckel mit dem andern Arm des Hebels machen, und wenn sie sich von dieser Richtung auf eine oder die andere Seite abwendet, so muß ihre Stärcke geringer seyn. Wir wollen uns z. E. einbilden, es würcke die Kraft nach der Linie a d, so ist es offenbar, daß der Widerstand E auf keinerley Weise werde unterstützet werden; es wird solches also um so viel weniger geschehen, je mehr die Richtung der Kraft auf denjenigen Arm des Hebels incliniren wird, durch den sie würcket, oder je mehr sie sich von der Linie a C entfernen wird, welche senckrecht von eben diesem Hebel herabfällt.

Das vierdte Experiment.

Vorbereitung.

Man muß den Hebel G H, von der in der 6ten Figur *Tab. II.* vorgestelleten Maschine, in

in eine schiefe Stellung bringen, wie h i und so denn an die beyden äussersten Ende zwey gleiche Gewichte hängen.

Würckungen.

Die Richtung der Kraft und des Widerstandes, welche so beschaffen ist, wie sie allen schweren Cörpern von Natur zukommt, ist von beyden Seiten überein; sie formiret mit dem abhängigen Hebel gleiche Winckel, l i F, und h F K; diese Gleichheit derer Winckel bleibet beständig, man mag auch den Hebel einen Grad der Inclination annehmen lassen was für einen man will, und die beyden Gewichte erhalten auch beständig ihr Gleichgewicht.

Erklärungen.

Da der Hebel horizontal war, wie G H, *Fig.* 6. so war die senckrechte Distantz von der Richtung derer Kräfte, der Länge derer Armen, F G und F H, die von beyden Seiten überein war, vollkommen gleich; nachdem aber derselbe niedergebogen worden, wie h i, so sind zugleich die Grössen I H und K G durch diese Entfernung von der senckrechten Richtung eines jeglichen Gewichts vermindert worden: nun sind aber diese Grössen einandern gleich, folglich behalten die überbleibende Stücke, I F und K F, eben dergleichen Verhältniß unter einander, wie sie zuvor hatten und daher kommt es, daß das Gleichgewicht derer beyden Gewichte durch die Inclination des Hebels in geringsten nicht ist verändert worden.

Das fünfte Erperiment.

Vorbereitung.

Man bringet, durch Beyhülfe der bey denenen beyden vorhergehenden Experimenten gebrauchten Maschine (*Fig. 6. Tab. II.*) zwey gleich schwehre Gewichte an denen Armen eines horizontalen Hebels in das Gleichgewicht. Hierauf lässet man die Schnure, woran das eine von denen beyden Gewichten hänget, über die Rolle K hinlaufen, welche man mehr oder weniger herausrücket, um diesen Gewicht nach und nach die Richtungen a d und af zu geben. (*Fig. 7.*)

Würckungen.

Je mehr die Richtung der Kraft auf dem Hebel abhängig wird, je mehr muß man seiner Masse zusetzen, um sie mit der auf der andern Seite befindlichen im Gleichgewicht zu erhalten: das ist, wenn dieselbe ein Pfund betrug, als sie mit dem Hebel in einer senckrechten Richtung war, so muß sie nun anderthalb Pfund haben, wenn die Richtung wie a d ist, und drey Pfund, wenn dieselbe wie a f, ist.

Erklärungen.

Weil die Stärcke der Kraft viel grösser ist, als sie sonst seyn kan wenn sie nach der Richtung a p, senckrecht auf den Hebel würcket, wie wir bereits durch

das

das dritte Experiment bewiesen haben, so folget nothwendig daraus, daß dieselbe allezeit schwächer sey, wenn man sie in einer andern Richtung anbringet; und da sie zu der Zeit, als sie sich in der vortheilhaftesten Stellung befand, nur eine Stärcke hatte, die dem Widerstande gleich war, so muß sie unzulänglich seyn, wenn sie die schiefen Richtungen a d und a f annimmt. Daher kommt es, daß man alsdenn das Gleichgewicht auf keine andere Art erhalten kan, als wenn man bey der Kraft dasjenige durch eine Vermehrung der Masse wieder ersetzet, was sie durch den schiefen Queergang ihrer Richtung verliehret.

Um nun diese Verminterung, so man wieder ersetzen muß, recht zu beurtheilen, oder zu erfahren, in wie weit die Kraft durch die verschiedenen Grade des schiefen Quergangs, den man ihre Richtung annehmen lässet, geschwächet werde, so wollen wir diese Richtungen durch unbestimmte und nicht völlig ausgedruckte Linien, a i und a K, verlängern. Wir wollen uns ferner einbilden, es drehe sich der Arm des Hebels a c um seinen Ruhe-Punct herum, und beschreibe einen Theil eines Circkels, a g h i k, so wird sich auf der Länge ein Punct, m oder n, befinden, worauf die verlängerte Richtung senckrecht herabfallen wird. Gegen diesen Punct äussert demnach die Kraft alle ihre Stärcke; dieser Punct aber befindet sich nicht mehr, wie man deutlich siehet auf den äussersten Ende des Arms von dem Hebel, sondern er ist viel näher bey dem Ruhe-Punct: mit einem Wort, wenn die Richtung der Kraft schief ist, wie a d, so ist es eben, als ob sie senckrecht auf den Punct b gienge; und wenn sie durch die Linie a f würcket,

so hat sie nur diejenige Kraft, die sie haben würde, wenn sie an den Punct e angehänget wäre: nun theilen aber diese Puncte, e und b, den iezt gedachten Arm des Hebels in drey gleiche Theile, und weil der andere Arm eben so lang ist, so hat er auch drey Theile die des vorigen seinen gleich sind. Da auch ferner die Masse R aus einem Pfund bestehet, welches mit 3, als der Distantz von dem Ruhe Punct, ist multipliciret worden, so macht dieselbe ebenfals 3. aus, welches der Innhalt des Widerstandes ist; wenn wir demnach eine andere Masse in b aufhängen, so muß sie anderthalb Pfund schwer seyn, welches, wenn es mit 2, als der Distantz, multipliciret wird, dem Product des andern Theils gleich seyn wird: und wenn wir sie in e stellen, so werden ohnumgänglich 3. zur Masse erfordert, um das Gleichgewicht zu wege zu bringen, weil die Distantz von dem Ruhe-Punct nicht mehr als 1. ist.

Diese Massen von anderthalb und 3. Pfund stehen also, wie man deutlich siehet, in einem gegenseitigen Verhältniß mit denen Distantzen bc und ec, die man zwischen jene und dem Ruhe-Punct anbringt; sie haben auch einerley Verhältniß mit denen Linien cm und cn, welche mit einander verdoppelt sind, und da eben dieselben zugleich die beyden sinus von denen Winckeln cam und can sind, so kan man auf eine allgemeine Art alles dasjenige, was wir eben jezo erkläret haben, in diesen Satz zusammen fassen: Die verschiedenen Gattungen der Stärcke einer gewissen Kraft, welche an dem äussersten Ende eines Arms von einem Hebel nach verschiedenen Richtungen angebracht ist, verhalten

sich

sich gegen einander wie die sinus, derer Winckel, welche diese Richtungen mit dem Hebel machen.

Es folget auch aus diesem Satz, daß die Stärcke der Kraft am allergrössesten sey, wenn die Richtung senckrecht gegen dem Hebel gehet, wie wir bereits bey dem dritten Experiment pag. 32. erwiesen haben: denn sie macht sodenn einen geraden Winckel, P a c, dessen sinus a c ist, das ist, der Halbmesser selbst, oder der gantze Arm des Hebels.

Anwendungen.

Es giebt eine grosse Menge von Maschinen und Instrumenten, die man vermittelst eines Arms vom Hebel in Bewegung setzet, den man eine Kurbel, oder Handgriff nennet.

Diesen mag man nun eine Gestalt geben, was für eine man will, entweder daß sie krum gebogen werden, wie bey denen Scheerenschleifern, und an denen meisten Rädern, die mit dem Fuß herumgetrieben werden, *Fig. 9. Tab. II.* oder, daß sie wie ein S eingerichtet werden, wie gemeiniglich die Kurbeln an denen Leyern beschaffen sind, *Fig, 10. Tab. II.* so kan man sie allezeit in den Arm eines geraden Hebels verwandeln, dessen Länge durch die Distantz bestimmet ist, die sich zwischen dem Heft B und dem Loch A befindet, welches das Ende der herumgehenden Spindel aufnimmt.

In denenjenigen Fällen, wo der Widerstand nicht sehr mercklich ist, liegt gemeiniglich wenig daran, was für einen Winckel eigentlich die Richtung der Kraft mit der Linie A B mache: wenn man aber grosse Kurbeln mit vieler Gewalt herumdrehen muß, so wird man

gar bald gewahr, daß diese Gewalt, so man anwendet, sich nicht in allen Puncten der Revolution äussere und gleichen Nutzen bringe. Diese Ungleichheit kommt von denen verschiedenen Arten her, nach welchen die Kraft gegen den Arm des Hebels, unter währenden herumdrehen, gerichtet wird. Man wird solches leichtlich begreiffen, wenn man sich vorstellet, als ob die Kurbel C H, *Fig. 1. Tab, III.* ihre im Kreiß herumgehende Bewegung von dem Linial D H, erhalte, welches daran befestiget ist, und dieselbe wechselsweiß fortstößt und zurück ziehet. Denn es würcket dieses Linial, wie aus demjenigen erhellet, was wir bereits in dem dritten Experiment erwiesen haben, alsdann mit allen dem Nachdruck, den es nur haben kan, wenn es mit der Kurbel; entweder in fortstossen, oder im zurück ziehen, einen geraden Winckel, wie C H D, oder C i K, machet. Wenn aber die Kurbel sich auf denen Puncten b, oder e, befindet, so siehet man deutlich, daß die durch das Linial fürgestellte Richtung der Kraft, mit gedachter Kurbel immer spitzigere Winckel mache, und daß dieser schiefe Queergang die Stärcke gar sehr vermindere.

Dasjenige, was wir von dem Linial D H sagen, würden wir auch von dem Arm eines Menschen, der eine Kurbel bewegt, sagen müssen, wofern er nichts weiter thäte, als daß er in einer bey Richtung anzöge, und wieder zurück stiesse; allein so thut er noch etwas mehr. Denn wenn seine Kraft durch eine nachtheilige Richtung unter dem fortstossen geschwächet wird, so rücket er etwas fort, also daß ein Theil

seiner Schwehre sich in die Richtung b f oder e g bringet; wenn er hingegen anziehet, so bieget er sich und drehet sich ein wenig herum, und durch diese verschiedene Mittel bringet er so zu reden die Richtung der Kraft wiederum zu rechte, und der Winckel, den diese mit der Kurbel macht, bleibet weiter eröfnet, als er sonst seyn würde ohne diese Bewegungen des Cörpers, die ohne Aufmercksamkeit und durch die gröbsten Arbeiter geschehen, welche hierinnen lediglich dem Unterricht der Natur folgen.

Es geschehen aber dergleichen Bewegungen nicht ohne alle Beschwehrlichkeit, und man kan allezeit mit Wahrheit sagen, daß derjenige, der eine Kurbel herumdrehet, sonderlich bey gewissen Theilen der Revolution seine völlige Kraft anwenden müsse: um dieser Ursache willen geschiehet es vermuthlich, daß man bey denenjenigen Maschinen, die mit zwey Kurbeln beweget werden, die Länge der einen gemeiniglich der andern ihrer Länge entgegen zu setzen pflegt, wie E F und G H, *Fig. 2. Tab. III.* zeiget, damit allezeit einer von denen beyden Männern, die sie herumdrehen, sich indessen in einer bequehmen Stellung befinde wenn der andere mit Beschwehrlichkeit arbeitet. Diese Einrichtung aber scheinet mir noch nicht die allerbeste zu seyn; ich würde es lieber sehen, wenn die beyden Kurbeln einen geraden Winckel mit einander machten, als daß sie einander gerade entgegen gesetzt wären. Denn wenn man die gantze Revolution in vier Theile abtheilet, so kan man aus der ersten Figur *Tab. III.* ersehen, daß ein Mann, der die Kurbel, vermittelst der Kraft derer Muskeln aus l in m empor hebet, oder der sie vermittelst der Stärcke ih-

gar bald gewahr, daß diese Gewalt, so man anwendet, sich nicht in allen Puncten der Revolution äussere und gleichen Nutzen bringe. Diese Ungleichheit kommt von denen verschiedenen Arten her, nach welchen die Kraft gegen den Arm des Hebels, unter währenden herumdrehen, gerichtet wird. Man wird solches leichtlich begreiffen, wenn man sich vorstellet, als ob die Kurbel C H, *Fig. 1. Tab, III.* ihre im Kreiß herumgehende Bewegung von dem Linial D H, erhalte, welches daran befestiget ist, und dieselbe wechselsweiß fortstößt und zurück ziehet. Denn es würcket dieses Linial, wie aus demjenigen erhellet, was wir bereits in dem dritten Experiment erwiesen haben, alsdann mit allen dem Nachdruck, den es nur haben kan, wenn es mit der Kurbel; entweder in fortstossen, oder im zurück ziehen, einen geraden Winckel, wie C H D, oder C i K, machet. Wenn aber die Kurbel sich auf denen Puncten b, oder e, befindet, so siehet man deutlich, daß die durch das Linial fürgestellte Richtung der Kraft, mit gedachter Kurbel immer spitzigere Winckel mache, und daß dieser schiefe Queergang die Stärcke gar sehr vermindere.

Dasjenige, was wir von dem Linial D H sagen, würden wir auch von dem Arm eines Menschen, der eine Kurbel bewegt, sagen müssen, wofern er nichts weiter thäte, als daß er in einer bey Richtung anzöge, und wieder zurück stiesse; allein so thut er noch etwas mehr. Denn wenn seine Kraft durch eine nachtheilige Richtung unter dem fortstossen geschwächet wird, so rücket er etwas fort, also daß ein Theil

seiner Schwehre sich in die Richtung b f oder e g bringet; wenn er hingegen anziehet, so bieget er sich und drehet sich ein wenig herum, und durch diese verschiedene Mittel bringet er so zu reden die Richtung der Kraft wiederum zu rechte, und der Winckel, den diese mit der Kurbel macht, bleibet weiter eröfnet, als er sonst seyn würde ohne diese Bewegungen des Cörpers, die ohne Aufmercksamkeit und durch die gröbsten Arbeiter geschehen, welche hierinnen lediglich dem Unterricht der Natur folgen.

Es geschehen aber dergleichen Bewegungen nicht ohne alle Beschwehrlichkeit, und man kan allezeit mit Wahrheit sagen, daß derjenige, der eine Kurbel herum drehet, sonderlich bey gewissen Theilen der Revolution seine völlige Kraft anwenden müsse: um dieser Ursache willen geschiehet es vermuthlich, daß man bey denenjenigen Maschinen, die mit zwey Kurbeln beweget werden, die Länge der einen gemeiniglich der andern ihrer Länge entgegen zu setzen pflegt, wie E F und G H, *Fig. 2. Tab. III.* zeiget, damit allezeit einer von denen beyden Männern, die sie herumdrehen, sich indessen in einer bequehmen Stellung befinde wenn der andere mit Beschwehrlichkeit arbeitet. Diese Einrichtung aber scheinet mir noch nicht die allerbeste zu seyn; ich würde es lieber sehen, wenn die beyden Kurbeln einen geraden Winckel mit einander machten, als daß sie einander gerade entgegen gesetzt wären. Denn wenn man die gantze Revolution in vier Theile abtheilet, so kan man aus der ersten Figur *Tab. III.* ersehen, daß ein Mann, der die Kurbel, vermittelst der Kraft derer Muskeln aus l in m empor hebet, oder der sie vermittelst der Stärcke ih-

res Gewichts aus b in m niederdrücket, ungleich mehr Gewalt beweise, als wenn er sie vorwärts aus m in b treibet, oder sie aus n in l an sich ziehet; diese beyden letzten Theile aber sind eben, wie die erstern, einander entgegen gesetzet. Wenn man nun auf gleiche Weise die beyden Kurbeln gerade gegen einander über setzet, so befinden sich alsdenn diejenigen, welche dieselben herumdrehen, zu gleicher Zeit in völliger Kraft, und zu eben derselben Zeit auch in denen unbequehmesten Stellungen; dieses würde nun nicht erfolgen, wenn die Kurbeln einen geraden Winckel mit einander machten, da denn eine von beyden den Bogen l m unter der Zeit durchwandern würde, wenn die andere durch den Raum m b gienge.

Es begiebt sich öfters, daß man, um die Richtung der Bewegung zu verändern, statt eines geraden Hebels, den man hierzu gebrauchen solte, die beyden Arme desselben dergestalt stellet, daß sie einen Winckel auf den Ruhe-Punct machen, wie I K L, *Fig. 3. Tab. III.* Diese winckligten Hebel, welche man auch gebogene Kurbeln nennet, sind sehr gebräuchlich bey denen Pumpen, ingleichen die kleinen Glöckgen zu bewegen, die man in denen Zimmern aufhänget, zum anschlagen derer Glocken in denen Uhren, und bey sehr vielen andern Gelegenheiten, wo die Thätigkeit der bewegenden Ursache nicht anders, als durch ungleiche Wege kan fortgeführet werden. Sie haben eben dieselben Eigenschaften, die man bey einen geraden Hebel findet; denn wenn diese beyde im Winckelmaß stehende Arme, unter dem herumdreben, sich gegen die Richtungen der Kraft und des Widerstandes, m l und i n,

schief

schief befinden, so ist dieser schiefe Queergang von beyden Seiten überein; oKl, und iKh, sind einander gleich; mit einem Wort, die Entfernungen des Ruhe-Puncts von denen senckrechten Richtungen mo und lH, stehen unter einander in eben demselben Verhältniß, wie LK und lK.

Dasjenige, was wir bisher den Ruhe-Punct genennet haben, muß als eine dritte Kraft betrachtet werden, die der bewegenden Kraft, oder dem Widerstande, das Gleichgewicht hält, oder die sich mit einer von diesen beyden vereiniget, um die Gewalt der andern zu übernehmen; also übernimmt z. E. bey denen Hebeln von der ersten Art, der Unterstützungs-Punct die Gewalt derer von beyden Seiten entgegen gesetzten Kräfte; bey denen von der zweyten und dritten Art aber trägt er nur einen Theil von einer dieser beyden Kräfte.

Es pflegt nicht allemal ein fester und unbeweglicher Punct zum Ruhe-Punct zu dienen; gar öfters sind solches biegsame Cörper, oder die sich zusammen drücken lassen, oder auch wohl belebte Cörper, deren Widerstand keinen Beweiß von ihrer völligen Kraft abgiebt. Wenn z. E. ein Balcken mit seinen beyden äussersten Enden auf zwey Mauren von einem Gebäude ruhet, so wird seine eigene Last, oder diejenige, womit er beschwehret ist, verursachen, daß sie über den Haufen fallen, woferne sie nicht fest und dauerhaft genung sind. Die Mauleſel welche die Senften tragen, fallen unter der Last zu Boden, wenn solche ihre Kräfte übersteiget. Es liegt also viel daran, daß man wisse, wie starck der Ruhe-Punckt, oder dasjenige, was die Stelle desselben vertritt, eigentlich be-

schwehret sey, wenn zwey andere Kräfte auf einerley Hebel gegen einander würcken, damit man ihn mit der Gewalt, die er unterstützen soll, in ein Verhältniß setzen könne. Und weil dieser Ruhe-Punct leichtlich von der Beschaffenheit seyn könte, daß er nicht bey allen Gattungen derer Richtungen überein wiederstünde, so muß man auch untersuchen, wie sich die Gewalt, welche er unterstützet, nach denen verschiedenen Richtungen, die man der Kraft und dem Widerstande geben kan, zu verhalten pflege. Wir haben bereits vorher gezeiget, daß die Würckung einer jeglichen an dem Arm eines Hebels angebrachten Kraft aus zwey Stücken erfolge. Erstlich aus ihrer Masse, oder dem Gewicht, welchen sie gleich kommt, wenn es nemlich eine Schnell-Kraft, oder eines Thieres, oder auch sonst eine jegliche andere Kraft ist, die nicht vermöge ihrer Schwehre würcket. Zweytens, aus seiner Entfernung von dem Ruhe-Punct, wobey wir zugleich gezeiget haben, von welchen Ort man eigentlich diese Entfernung zu rechnen anfangen müsse (siehe das fünfte Experiment *Tab. II. Fig. 8.*) Die Stärcke, so von der Masse herrühret, und die man die absolute nennen kan, ist eigentlich eingeschränckt: wenn ein Pfund, oder die Würckung einer Kraft, die eben so viel beträgt, als ein Pfund, auf den Arm eines Hebels in der vortheilhaftesten Richtung drucket, so kan dieselbe nur eben einem solchen Gewicht, das ihm unter eben dergleichen Umständen entgegen gesetzt ist, das Gleichgewicht halten. Es kan aber die Stärcke, so aus der Entfernung von dem Ruhe-Punct entstehet, unendlich wachsen, also daß, wenn einer von denen beyden

den

den Armen des Hebels 100 mal so lang wäre, als der andere, alsdenn ein Pfund eben so viel betragen würde als 100. Pfund. Wie hoch wird sich nun die Last auf dem Ruhe-Punct erstrecken, erstlich, wenn ein Gleichgewicht mit gleichen Massen vorhanden ist; zweytens, wenn die Massen oder die Kräfte, vermittelst der Ungleichheit ihrer Entfernungen von dem Ruhe-Punct, sich im Gleichgewicht befinden.

Um auf die erste Frage zu antworten, so sage ich, daß, wenn die Richtungen der Kraft und des Widerstandes unter einander parallel sind, den Ruhe-Punct sodenn mit der Summe zweyer absoluten Kräfte belästiget sey, und seine Stärcke sich in einer Richtung äussere, die denen Richtungen der Kraft und des Widerstandes parallel ist.

Wenn aber die Richtungen zweyer entgegen gesetzter Kräfte gegen einander inclinirend sind, so trägt der Ruhe-Punct nur einen Theil von ihrer absoluten Kraft; je mehr sie aber gegen den Hebel inclinirren, desto weniger trägt er davon, und sein Widerstand richtet sich alsdenn mehr gegen den Punct, wo diese beyde Richtungen zusammen laufen. Zwey Experimente werden statt derer Erläuterungen und Beweise dienen.

Das sechste Experiment.

Vorbereitung.

Man befestiget auf der Rück-Seite der Maschine, welche *Tab. II. Fig. 6.* ist vorgestellet worden ohngefehr 2. Zoll weit von der Fläche, die beyden Rollen A und B, *Fig. 4. Tab. III.*

die

die sich sehr leicht um ihre Achse bewegen; vermittelst dieser hänget man hernach einen stählernen Hebel, DE horizontal auf, welcher durch die beyden kleinen Gewichte, p und r, im Gleichgewicht erhalten wird. Hernach hänget man an den Punct C ein Gewicht von 4. Unzen, und an die Enden derer Schnuren zwey andere Gewichte, P und R, deren jedes 2. Unzen schwehr ist.

Würckungen.

Wenn alles solcher gestalt eingerichtet ist, so hält das in C befindliche Gewicht die beyden andern, P und R, im Gleichgewicht; so fern man aber die beyden kleinen Gewichte, p und r, wegnimmt, so sencket sich das Gewicht von 4. Unzen auf der Linie C I herabwärts, und steiget hingegen auf der Linie C F empor, wenn man eben so viel denen beyden Massen P und R, in gleicher Eintheilung, zusetzet.

Das siebende Experiment.

Vorbereitung.

Dieses Experiment wird eben so eingerichtet, wie das vorhergehende, ausgenommen, das der Hebel I K, *Fig.* 5. *Tab. III.* kürtzer ist, als DE in der 4ten Figur, und daß das Gewicht L nur 3. Unzen hält.

Wür-

Würckungen.

Da die Richtungen K N und I Q, von denen beyden Kräften P und R, schief gegen den Hebel gehen, es mag nun solches geschehen in welchen Grad des schiefen Quergangs es nur will, so braucht das Gewicht L niemals 4. Untzen schwehr zu seyn, wenn es denen beyden andern, deren jedes 2. Untzen schwehr ist, das Gleichgewicht halten soll. So bald die Richtungen K N und I Q nicht so gar schief mehr gegen den Hebel gehen, wie N O und Q S, so muß man die Masse L verstärcken, um das Gleichgewicht zu erhalten, und wenn dieses Gewicht sich herabsenckt, oder wieder empor steiget, so geschiehet solches allezeit auf der Linie L M.

Erklärungen.

Bey diesen zwey letztern Experimenten kan man das Gewicht P als die Kraft, R als den Widerstand, und die an den Punct C oder L aufgehängte Masse als den Innhalt von der Gewalt ansehen, die gegen den Ruhe-Punct geschiehet, wenn alles im Gleichgewicht ist; denn es ist offenbar, daß der Hebel, wenn dieses letztere Gewicht nicht vorhanden wäre, durch die andere beyden Kräfte würde in die Höhe gezogen werden. Nun muß man 4. Untzen auf den Punct C. haben, wenn eine jegliche von denen beyden Massen, P und R, zwey Untzen schwehr ist, und ihre Würckungen beyderseits in senckrechten Richtungen auf den Hebel gehen, wie A D und B E, *Fig. 4. Tab. III.* Wir haben also Ursache gehabt zusagen,

daß

daß der Ruhe-Punct indergleichen Fall mit der gantzen Summe der Kraft und des Widerstandes beschwehret sey; und weil das Gewicht, welches die Stärcke des Ruhe-Puncts vorstellet, sich auf der Linie I F bewegt, wenn es stärcker oder schwächer wird, so zeiget solches deutlich an, daß es nach solcher Richtung würcke, welche, wie wir bereits gemeldet haben, denen Richtungen der Kraft und des Widerstandes parallel ist.

Bey dem andern Experiment trift man noch den Beweiß von denjenigen an, was wir voraus gesetzet haben. Das Gewicht, welches hinlänglich ist, den Punct L des Hebels gegen die Bemühungen, welche in I und in K angewendet werden, zurück zu halten, beträgt niemals 4. Untzen die es doch haben muß, wenn die Richtungen derer Kräfte senckrecht auf den Hebel gehen, welches genungsam beweiset, daß der Ruhe-Punct nicht mehr mit der gantzen Summe derer beyden Massen P und R beschwehret sey, weil die Würckung einer Kraft, wie wir bereits bewiesen und erkläret haben, um so viel sich vermindert befindet, als ihre Richtung schief auf den Hebel gehet, durch den sie eigentlich würcket: endlich richtet sich die Stärcke des Ruhe-Puncts gegen den Punct M, weil die beyden Kräfte denen er wiederstehet, sich daselbst durch ihre Neigungen wieder mit einander vereinigen.

Was die zweyte Frage anbelangt, nemlich wie die Stärcke beschaffen sey, die gegen den Ruhe-Punct gehet, wenn die Kraft und der Widerstand, durch ungleiche Entfernungen von einander und von dem Ruhe-Punct sich in das Gleichgewicht setzen, so antworte ich darauf,

auf, daß diese Stärcke niemals grösser sey, als die Summe derer absoluten Kräfte, oder derer entgegen gesetzten Massen, das ist, daß wenn das Gewicht von einem Pfund ein anderes von 12. Pfund empor hält, weil es durch einen Arm des Hebels würcket, der 12 mal länger ist, als der auf der andern Seite, der Ruhe-Punct so denn niemals mit mehr als 13. Pfunden beschwehret seyn könne, nicht aber mit 24. und daß seine Stärcke, wie in denen vorhergehenden Fällen, mit denen Richtungen derer Kräfte, die von ihr unterstützet werden, parallel fort gehe, wenn solche Richtungen unter einander parallel sind, oder auch wohl gerade auf den Punct, wo sie zusammen laufen, wenn sie gegen einander incliniren.

Das achte Experiment.

Vorbereitung.

Man stellet auf eine Grundfläche A B, *Fig. 6. Tab. III.* zwey Säulen, die sich in zwey länglichten Löchern hin und her schieben lassen, damit sie zusammen gerückt und von einander entfernet werden können, C, C, sind zwey Rollen, über deren jegliche eine dünne Schnure lauft, an welcher ein kleines stählernes Stänglein, vermittelst zweyer kleinen Gewichte D, D, empor gehalten wird. Das Stück F G ist ein dünnes eisernes Stänglein, welches unten, auf $\frac{3}{4}$ von seiner Länge, ein wenig eingekerbet ist, und sich vermittelst eines Gewich-

tes, das man in F befestiget, sowol mit sich selbst, als mit denen kleinen Gewichten D, D, in das Gleichgewicht setzet, die man um so viel verstärcket, als zu dieser Absicht nöthig ist.

Anfänglich wird in F ein Gewicht von 6. Unzen, und in G ein anderes von 3. Unzen angehänget, und denen beyden kleinen Gegengewichten, die sich in D, D, befinden, füget man noch 2. Massen, eine jede von 4. Unzen bey. Hierbey betrachte man die 7de Figur *Tab. III.* woselbst durch eben solche Buchstaben nur allein diejenigen von diesen Grössen vorgestellet sind, welche zu dieser Theorie gehören.

Würckungen.

Es findet sich überall ein Gleichgewicht; 1) zwischen denen beyden ungleichen Massen, so an den Hebel f g gehänget sind, und 2) zwischen diesem also beschwehrten Hebel und denen beyden Gewichten d, d, die den Ruhe-Punct unterstützen, oder vielmehr die seine Stärcke vorstellen, und wenn man diese beyde letztere Gewichte ein wenig empor hebet, so sencket sich alsobald der Ruhe-Punct auf der Linie E K hinab.

Das

Das neundte Experiment.

Vorbereitung.

Man muß die beyden Säulen A und B, auf der vorherbeschriebenen Maschine, *Fig. 6. Tab. III.* von einander rücken, also daß die Richtung der Schnure auf jeder Seite schief gegen den Hebel gehe, wie c e, c e, *Fig. 8. Tab. III.* Wenn nun endlich das Stänglein f g bis auf zwey Drittheil der Länge des stählernen Stängleins fortgerücket ist, so hänget man in L und in M solche Massen an, als man nöthig hat das gantze im Gleichgewicht zu erhalten.

Würckungen.

Es wird sich sodenn finden, daß das Gewicht L, 8. Ungen, und das in M befindliche 4. Ungen beträgt, welches zusammen 12. Ungen Masse ausmacht; und wenn man diese Quantität vermindert, oder diese beyde Gewichte ein wenig empor hebet, so sencket sich der Ruhe-Punct H nach der Linie H I hinab, welches man leichtlich gewahr wird, wenn man eine Bley-Schnur hinten dran hält. Eben dieses erfolget auch, wenn man statt des mit seinen beyden Gewichten beschwehrten Hebels f g, ein Gewicht von 8. Ungen in H anhänget.

Erklärungen.

Bey dem achten Experiment findet sich ein Gleichgewicht zwischen einer Masse von 6. Ungen, und einer

andern von 2. Unzen, weil diese letztere, die nur ein Drittheil von der andern ist, dreymal weiter von dem Ruhe-Punct entfernet ist, als jene, und wir haben zugleich gezeiget, daß in dergleichen Fall das Ubermaß der Masse auf der einen Seite durch das Ubermaß der Geschwindigkeit auf der andern Seite ersetzet werde. Ohnerachtet aber eine Kraft nach dem Maaß zunimmt, wie der Arm des Hebels verlängert wird, so scheinet es dennoch nicht, als ob durch solches Wachsthum der Ruhe-Punct einigermassen belästiget werde, weil die Stärcke, so sich in g. äussert (*Fig. 7. Tab. III.*) ob sie gleich dem Gewicht von 6. Unzen gleichkommt, das auf F drucket, keineswegs die Summe von 12. sondern nur von 8. Unzen in e heraus bringet, welche durch die beyden Gewichte d, d, jedes von 4. Unzen, angedeutet wird, und denen beyden Massen gleich kommt, die an denen Armen des Hebels f g im Gleichgewicht sind. Eben dieses wird auch noch deutlicher durch das neundte Experiment bewiesen, weil wenn man in H (*Fig. 8. Tab. III.*), nur ein eintziges Gewicht, statt des beschwehrten Hebels, anhänget, das demselben in Ansehung der Masse gleich kommt, alsdenn eben dieselben Würckungen erfolgen.

Wenn der Hebel *Fig. 7.* durch nichts unterstützet würde, und die beyden Kräfte unter einander im Gleichgewicht, und senckrecht gegen die äussersten Ende f und g, verbleiben, so ist es offenbar, daß alle Puncte, so unter diesen beyden letztern begriffen sind, durch solche Linien herabfallen würden, die denen Linien derer Kräfte parallel sind; und eben dieses siehet man erfolgen, wenn man die beyden Gewichte d, d, ein wenig in die Höhe hebt, da der Ruhe-Punct durch

die

die Linie e K sich herab sencket: Diese Linie deutet also seine Ne gung von unten nach oben zu, oder die Richtung seiner Stärcke an.

Man kan auch sagen, daß, wenn diese Kräfte von beyden Seiten der Gewalt nachgeben, die sich gegen den Punct H *(Fig. 8.)* äussert so fern sie nur unter dem nachgeben das Verhältniß nicht veränderten, alsdenn die beyden äussersten Ende des Hebels, in dem sie sich herab sencken, die Parallelen e N und e O beschreiben, und der Ruhe-Punct sich allezeit auf der Linie H I befinden würde: es äussert sich also seine Stärcke auf dieser Linie, wo die Richtungen derer Kräfte sich zusammen vereinigen, wenn sie gegen einander incliniren.

Anwendungen.

Weil man wissen kan, wie Gewalt gegen einen Ruhe-Punct geschehe, oder gegen alles das, was die Stelle desselben vertritt, wenn man den absoluten Innhalt derer Kräfte und ihrer Richtungen in Absicht des Hebels weiß, durch welchen sie würcken, so kan man daher denen Zufällen vorkommen, die aus denen Ungleichheiten entstehen möchten; oder man kan diejenigen Kräfte nützlich anwenden, die man als unzulänglich ansehen würde, wofern man sie nicht mit allen dem Vortheil zu appliciren wüste, den sie nur haben können.

Man stelle z. E. eine Last von 200. Pfund mitten auf einen Hebel, dessen beyde äusserste Ende auf denen Schultern zweyer Männer ruhen, so werden diese beyde Ruhe-Puncte diese Last gantz wohl tragen können, wofern sonst ein jeder von denen Trägern

100. Pfund empor zu halten vermag. Wenn aber einer von ihnen nur 50 Pfund tragen kan, und der andere wäre auch gleich einer Gewalt von 150. Pfund gewachsen so wird nichts desto weniger der schwächere darunter erliegen, so lange die Last sich in gleicher Entfernung zwischen ihm und seinem Cameraden befinden wird, und also werden beyde nicht können zu der Arbeit gebraucht werden, die man von ihnen erwartete. Hingegen lege man die Last etwas weiter von dem schwächern Träger, und mache, daß die ungleich gewordenen Arme des Hebels in einem gegenseitigen Verhältniß mit denen Kräften stehen, welche die beyden Männer besitzen, so wird alsdenn die Last eben so gut empor gehalten werden, als es anfänglich zwey andern Männern würde möglich gewesen seyn, deren jeder einer Gewalt von 100. Pfund wäre gewachsen gewesen.

Wenn ein Zimmerman ein grosses Stück Bauholtz trägt, so pflegt er dasselbe fast allezeit in der Mitte auf seine Schultern zu nehmen: denn indem er es also legt, so trägt er nur die Last von dem mittelsten Stücke dieses Holtzes, weil die zwey äussersten Ende, die von beyden Seiten herfür ragen, einander das Gleichgewicht halten, und der Ruhe-Punct nur mit der völligen Summe derer beyden Massen beschweheret ist. Wenn er es aber auf $\frac{2}{3}$ oder $\frac{3}{4}$ der Länge auf seine Schultern nehmen wolte, so würde er genöthiget seyn, um zu verhüten, daß es nicht herabfalle, dasselbe mit seinen Armen an dem kürtzesten Ende zurück zu halten, und diese Gewalt würde zu einer Last hinlänglich seyn, die dem Übermaß der Länge, welches das Bauholtz auf der andern Seite haben wird, das

Gleich-

Gleichgewicht halten möchte, solchemnach würde also die Schulter des Trägers gantz vergeblich mit dieser grössern Quantität beläſtiget werden.

Diese beyde anjetzo angeführte Exempel sind so gemein, und fallen so ofte vor, daß die meisten von denenjenigen, die uns Anlaß geben, daß wir darauf Achtung geben der Vernunft lediglich durch die Gewohnheit und durch den blossen Trieb der Natur zu statten kommen: es giebt aber noch unzehlig viele Fälle, wo man nothwendig muß unterrichtet seyn und Uberlegungen machen, und wo man auf keine andere Weise seinen Zweck erreichet, als durch eine vernünftige Anwendung eben derjenigen Grundsätze, wovon wir von Natur bereits eine dunckele Vorstellung haben.

Man kan auch nicht anders, als indem man auf diese Gesetze der Natur zurück siehet, von einer grossen Menge von allerhand Vorsichtigkeiten und Gewohnheiten, Rechenschaft geben, die wir gleich von Kindheit her annehmen, oder die unsere Nothdurft und der blosse Fleiß herfürgebracht haben.

Warum pflegt z. E. ein Mann, der ein Schiff oder sonst eine Last fortziehet, die an ein Seil angeknüpft ist, sich vorwärts zu biegen? Aus keiner andern Ursache, als weil er mit der Würckung derer Muskeln einen Theil der Schwehre seines Leibes verbindet, um den Widerstand zu überwältigen, mit dem er es zu thun hat. Wenn er aber keinen festen Punct hat, oder wenn derjenige, den er auch hat, nicht unbeweglich genung ist, entweder seiner Natur nach, oder in Ansehung einer unbequehmen Richtung; wenn er auf einer beweglichen Fläche fortgehet, dergleichen ein Schiff seyn möchte, das nicht befestiget ist; wenn er

sich auf einen schlüpfrigen oder abhängigen Boden befindet; so machen alle diese Ursachen, welche auf einen Mangel des Ruhe-Punets hinaus laufen, alle seine Bestrebungen zu nichte, oder vermindern wenigstens ihre Würckungen.

Um nun dergleichen Verdrießlichkeiten zuvor zu kommen, so pflegt man Asche, oder Mist, an denenjenigen Orten herum zu streuen, wo man viel zu gehen hat, wofern sie mit Glatt-Eiß bedecket sind; oder man macht bey harter Winter-Kälte Spitzen an die Huf-Eisen derer Pferde, welches man das schärfen wegen des Eises nennet. Ohne diese Spitze, oder Absatz, so man an die Schlitt-Schuhe anmachet, um in das Eiß hinein zu stossen, wird man nirgends seinen Ruhe-Punct nehmen können, um sich auf einer Fläche fort zu bewegen, wobey der wichtigste Vortheil dieser ist, daß sie kleine Ungleichheit hat, wodurch der Fuß könte zurück gehalten werden. Die Nordlichen Völcker, welche gar öfters über den Schnee reisen müssen, würden über einen Ruhe-Punct wandern, der nicht feste genung seyn möchte, wofern sie nicht die Fürsorge trügen, daß sie sich eine Art von Raketen oder Schlag-Netzen, welche viel breiter sind als unsere Schuh-Sohlen, an die Füsse binden; durch dieses Mittel stützen sie sich im gehen auf einen grössern Theil der Fläche wodurch der Mangel der Festigkeit bey derselben ersetzet wird.

Wenn Pferde ein Fuhrwerck aufwärts ziehen, so werden sie nicht bloß und allein durch die Schwehre der Last ermüdet, welche alsdenn weniger von dem Erdboden unterstützet wird; sondern es kommt noch die Abhängigkeit des Bodens selbst dazu, von der sie

den

den Ruhe-Punckt in einer Richtung erhalten, die sehr schief gegen die Richtung ihrer Stärcke gehet: denn indem ihre Schenckel sich gegen den Boden anstemmen, so neigen sie sich eben so abwärts, wie der Boden, und man erkennet leichtlich, daß je näher sie dem parallelismo kommen, je weniger ihre Füsse sich stützen können; um deßwillen sucht man öfters bey dergleichen Wegen gewisse Ungleichheiten anzubringen, die das anziehen erleichtern, und bey nahe unsern Treppen-Stufen gleich kommen, welche, indem sie der Gewalt des Fusses, so sich in einer fast verticalen Fläche äussert eine horizontale Fläche darbieten, ungleich grössern Widerstand daher beweisen, als von Stücken einer abhängigen Fläche, worauf sie angebracht sind, möchte zu erwarten seyn.

Diejenigen, welche im Drechseln sich geübt haben, müssen wissen, wie viel daran gelegen sey, daß ein Hebel recht guth unterstützet ist, um die entgegen stehende Gewalt der Kraft und des Widerstandes zu ertragen. Denn was ist ein jeglicher Meisel, den man hierbey gebraucht, anders, als ein Hebel von der ersten Art, der auf eine Unterlage gestützet ist, und dessen Schneide, oder Spitze der Drechsler gegen ein Stück-Holtz, Kupfer, Eisen, u. d. gl. hält? Ist nun die Unterlage vor sich selbst nicht wohl befestiget, oder derjenigen Gewalt proportionirt, die sie ertragen soll, giebt auch etwa ihre eigene oder des Werckzeugs seine Stellung, welches von ihr unterstützet wird, ihren Widerstand eine nachtheilige Richtung, so entstehen daraus, wie schon bekannt ist, viele üble Würckungen; die harten Materien drehen sich Wellenweiß, oder windisch; die zarten werden nicht vollkommen rund,

das Werckzeug dringet zu tief hinein und machet falsche Einschnitte: mit einem Wort, es ist ein Haupt-Fehler bey einer Dreh-Banck, wenn dasjenige, was denen Werckzeugen zur Unterstützung dienen soll, nicht dichte oder beweglich genung ist, damit man ihm die zuträglichsten Richtungen geben könne, und derjenige, der eine solche Unterlage nicht recht vortheilhaft zu stellen weiß, ist auch kein geschickter Drechsler.

Von denen Maschinen die aus Hebeln zusammengesetzt sind, oder als Hebel würcken.

Die Hebel werden zu Verfertigung einer so grossen Anzahl von Maschinen erfordert, daß es unmöglich seyn würde solche hier genau anzumercken und ausführlich zu erzehlen. Die Schriftsteller, welche am weitläuftigsten von mechanischen Sachen gehandelt, haben mit allen Recht diese überflüssige Untersuchung hinweg gelassen, und sich damit begnüget, daß sie, nach vorher geschehener Errichtung derer Grundsätze, in einigen besonders ausgesuchten Exempeln angezeiget; wie man dieselben bey denen Künsten anbringen und zu Nutzen machen könne. Die Gräntzen, so wir uns vorgeschrieben haben, erfordern, daß wir uns deren noch mit grösserer Mässigkeit bedienen, und daher werden wir hier von denen Maschinen reden, die am wenigsten zusammengesetzt sind, wie auch von denen, die sich so gar wenig von der Simplicität des Hebels entfernen, daß man sie daher auch zu weilen unter die einfachen Maschinen zehlet.

Von

Von der gemeinen und Römischen Wage.

Die gewöhnliche Wage, welche die 9te Figur Tab. III. vorstellet, ist eine Maschine, die dazu dienet, daß man zwey gleiche Grössen von Materie in das Gleichgewicht bringt, also daß, wenn man das Gewicht der einen weiß, man durch dieses Mittel erfahre, wie viel die andere wiegt.

Diese Maschine ist zusammengesetzt, aus einem Wage-Balcken A B, dessen Länge durch eine Achse in zwey gleiche Theile abgetheilet ist; aus zwey Wage-Schalen C D, welche an denen beyden äussersten Enden derer Armen des Wage-Balckens auf gehänget sind; und aus einem Kloben E F, der die Stütze von der Achse abgiebt, wo sich der Mittelpunct der Bewegung befindet.

Man siehet gar leicht, daß diese Wage nichts anders sey, als ein durch seine Stütze in zwey gleiche Arme getheilter Hebel, der mit der Stärcke einer Kraft und eines Widerstandes beschwehret ist, deren Richtungen parallel gegen einander und senckrecht nach ihrer Länge sind, wenn ein solcher Hebel horizontal ist, wie A B, oder der zu beyden Seiten gleiche Winckel macht, wenn die Wage abhängig ist, wie a b, daß solchemnach, wenn es möglich wäre, daß man eine Wage von einer unbiegsamen Materie, die auch gar keine Schwehre hätte, verfertigen könte, wie zu dem, was wir bereits vorher gesagt und erwiesen haben, gar wenig würden bey zufügen haben. Da aber die Nothwendigkeit, darinnen man sich befindet, daß man den Wage-Balcken aus einer festen Materie, dergleichen

chen Eisen oder Kupfer ist, verfertigen, und ihm eine Gestalt und gewisse Grösse geben muß wodurch er verhindert wird sich zu biegen, da diese Nothwendigkeit, sage ich, veranlasset, daß man zu weilen dasjenige, was die Theorie erfordert, aus den Augen setzet, so glaube ich es schicke sich sehr wohl, daß man kürtzlich untersuche, wie und wodurch eigentlich eine Wage könne richtig oder mangelhaft werden.

Die wesentlichen Eigenschaften einer Wage sind, daß sie 1) sehr beweglich sey, d. i. daß der kleinste Unterschied zwischen denen beyden Grössen der Materie, womit sie beschwehret ist, verursache, daß der Wage-Balcken einen Ausschlag gebe, mithin man also seinen Stand des Gleichgewichts als das gewisse Kennzeichen einer vollkommenen Gleichheit derer auf beyden Seiten befindlichen Masse annehmen könne. 2) Daß ihre Arme allezeit recht gleich sind, denn wenn dieses ermangelt, so werden sie ungleiche Distantzen von dem Ruhe-Punct, bis zu denen Puncten der Aufhängung machen, wo sich die Gewalt derer Kräfte äussert und werden zwey gleiche Massen niemals daran in das Gleichgewicht kommen. 3) Daß die Arme sich in einerley Richtung befinden, indem es sonst schwehr fallen würde zu urtheilen, ob sie zu beyden Seiten gleiche Winckel mit denen Richtungen derer Kräfte machen. Es ist allerdings etwas schwehres, diese 3. Puncte der Vollkommenheit mit einander zu verbinden; es ereignen sich bey der Verfertigung des Instruments verschiedene Schwierigkeiten, die zu überwinden sind, und bey dem Gebrauch selbst erfordert eine Wage zugleich solche Aufmercksamkeit, ohne welche auch die richtigste aufhöret richtig zu seyn.

Die

Die Beweglichkeit einer Wage rühret hauptsächlich von drey Stücken her: 1) Vor der stärckern oder schwächern Friction, welche bey der Achse geschiehet; denn es ist schon bekannt, daß dieselbe eine Hinderniß der Bewegung sey. 2) Von der Stellung des Mittelpuncts der Schwehre, welcher ausserhalb dem Mittelpunct der Bewegung seinen Platz erhalten kan; und 3) von der Länge derer Arme, weil ein sehr kleines Gewicht eine grosse Stärcke beweisen kan, wenn es recht weit von dem Ruhe-Punct entfernet ist.

Um die Wage durch Verminderung der Friction beweglicher zu machen, muß der Druck gegen den Ruhe-Punct so schwach seyn, als es nur immer möglich ist; und eben darum pflegt man den Wagebalcken an einer Probier-Wage so leicht zu machen als es sich nur immer will thun lassen, weil bey derselben eine sehr grosse Beweglichkeit erfordert wird: man muß sich aber wohl in acht nehmen, daß derselbe, da er so dünne ist, sich durch die Schwehre derer Wage-Schalen nicht biegen lasse, indem daraus andere Beschwehrlichkeiten entstehen würden, deren wir bald mit mehreren erwehnen wollen. Man pflegt auch ferner, um die Friction der Achse zu vermindern, dieselbe unten ein wenig scharf zu laufen zu lassen, wie die Schneide an einem Messer, und diese Gewohnheit ist sehr guth, dafern nur zugleich der Umfang des Loches, darinnen diese Achse steckt, eben so, wie sie selbst, wohl gehärtet ist; denn sonst würde es entweder mit der Zeit sich erweitern, oder sich selbst abnutzen, und seine Beweglichkeit würde, an statt daß sie vermehret werden solte, sich mercklich vermindern.

Wenn

Wenn der Wagebalcken an dem Mittelpunct seiner Schwehre aufgehänget ist, so werden seine beyde Arme sich allezeit im Gleichgewicht befinden, man mag sie nun in eine Situation bringen, in welche, man will, und wenn man den einen nur im geringsten etwas mehr beschwehren wird, als den andern, so wird die Wage sogleich einen Ausschlag zeigen. Diese ungemeine Beweglichkeit wird bey dem ordentlichen Gebrauch in etwas beschwehrlich weil viel Zeit und eine genaue Aufmercksamkeit erfordert wird, um die Wage-Schalen so vollkommen überein schwehr zu machen, als es nöthig ist, um sie hernach in dem Gleichgewicht zu erhalten. Daher pflegt man gemeiniglich den Mittelpunct der Bewegung ein wenig über den Mittelpunct der Schwehre zu setzen. Aus der ersten Figur *Tab. IV.* kan man ersehen, mit was für einer Behutsamkeit man sich dieses Verbesserungs-Mittels bedienen müsse welches, die rechte Wahrheit zu sagen, nichts anders als eine vorsetzlich angebrachte Unvollkommenheit ist: denn wenn das dreyeck, A B C, einen Wagebalcken vorstellet, der um den Punct C herum beweglich ist, und man lässet ihn eine abhängige Stellung annehmen, wie a b, so wird sich der Mittelpunct der Schwehre, der sonst auf der Linie C D ist, wenn die beyden Arme, auf einer horizontalen Fläche sind, sodann auf der Linie c d befinden, und sich bestreben, daß er wieder auf die verticale Linie gelangen möge, die er vorher verlassen hat; stehet es ihm nun frey dahin zu gelangen, so wird die Beschleunigung seines Falles machen, daß er noch weiter gehet, und wird er also bis in f kommen; und eben hievon rühret das wancken her, so man bey allen

Wage-

Wagebalcken bemercket, das aber niemals erfolgen würde, wofern sich der Mittelpunct der Schwehre nicht niedriger befände, als der Mittelpunct der Bewegung.

Weil dergleichen Wagebalcken sich nicht abwärts neigen können, ohne daß der Mittelpunct der Schwehre sich verrücke, und da diese Verrückung nicht geschehen kan, ohne eine besondere Gewalt, so siehet man deutlich hieraus daß diese Einrichtung der Wage einen Theil ihrer Beweglichkeit hinweg nehme, und daß man den Mittelpunct der Bewegung nur so wenig, als es immer möglich ist, von dem Mittelpunct der Schwehre entfernen müsse, fürnemlich wenn dieses Instrument zur Abwägung kostbarer Wahren soll gebraucht werden, an deren kleinsten Stückgen etwas gelegen ist.

Die Länge derer Arme trägt auch etwas mit bey zu der Beweglichkeit der Wage, und zwar aus der von uns bereits angeführten Ursache: es ist dieselbe ein Mittel, das vor sich selbst das Gewicht der kleinsten Portionen der Materie begreiflich machen kan. Gleichwol kan aber ein Wagebalcken nicht eher eine grössere Länge erhalten, als wenn er schwehrer oder biegsamer wird, deren eins sowol, als das andere, zu befürchten ist; das erste nemlich, weil er durch einen stärckern Druck auf die Achse die Friction vermehret; unddas zweyte um dererjenigen Ursachen willen, die wirso gleich werden anführen.

Die zweyte Bedingung, so wir zur Verfertigung einer richtigen Wage erfordert haben, bestehet darinnen, daß ihre Arme einander vollkommen gleich sind; es ist aber nicht genung, daß sie bloß bey der Verfer-

fer-

fertigung des Instruments so beschaffen sind, sondern sie müssen auch beständig bey dem Gebrauch desselben also verbleiben. Wenn der Wagebalcken nicht seine vollkommene nöthige Härte hat so biegt er sich unter der Schwehre derer Wage-Schalen, und diese Krümme, sie sey auch so klein als sie wolle, vermindert die Beweglichkeit, und verursachet, daß die Würckungen der Wage ungewiß werden. Denn, erstlich wenn die gerade Linie A B, *Fig. 2. Tab. IV.* krumm wird, wie a C b, so verwandeln sich die Krümmen von beyden Seiten in zwey gerade Linien a C und C b, und machen mit der Linie a b, ein Dreyeck, wobey man dasjenige appliciren kan, was bereits von dem in der ersten Figur *Tab. IV.* vorgestellten Dreyeck ist gesaget worden, zweytens machen die Richtungen derer Kräfte a f und b g nicht mehr gerade Winckel mit denen gebogenen Armen des Wagebalckens. In der That ist dieses keine Beschwehrlichkeit, wenn diese Winckel, ob sie gleich von ihrer vorigen Beschaffenheit abgehen, nur allezeit unter einander gleich sind; und daher pflegt man, um hiervon gewiß überzeugt zu seyn, ein Zünglein in geraden Winckeln mitten auf dem Wagebalcken aufzurichten. Wenn der Kloben frey aufgehänget ist, so nimmt er von selbst eine vertical-Richtung an, welche sodenn andeutet, wenn das Zünglein gegen die Fläche des Horizonts senckrecht stehet, und alsdenn schliesset man daraus, daß die beyden Arme der Wage mit denen Richtungen derer Kräfte, womit sie beschwehret sind, gleiche Winckel machen. Hierbey wird aber, wie man leichtlich sehen kan, voraus gesetzt, entweder daß der Wagebalcken gerade geblieben sey, oder daß er sich von beyden Seiten überein gebo-

gen

gen habe; denn wenn das Stück C b etwas krümmer worden ist, als das auf der andern Seite, so wird die Linie kürzer seyn als a C, und ihre Inclination wird nicht mehr so beschaffen seyn, wie sie vorhero war.

Dieser Unterschied der Inclination, den man deutlich wahrnehmen muß, wenn der Wagebalcken biegsam ist, und die Schwierigkeit, in der Praxi das mehrere oder wenigere hiervon recht zu schätzen, sind eigentlich die Gründe, worauf ich die dritte Bedingung festsetze. Wenn man, nebst der Wahl der Materie, der Art sie zu bearbeiten, und einer wohl angebrachten Figur oder Ausmessung, eine Wage auf solche Art verfertiget, daß ihre Arme unbiegsam sind, ohne daß deßwegen denen andern nöthigen Eigenschaften einiges Nachtheil geschiehet, so werden gedachte Arme allezeit in einerley Richtung verbleiben, und ihr Gleichgewicht wird lediglich von der Gleichheit derer Massen herrühren, womit sie werden beschwehret seyn. Inzwischen darf sich dieses nicht weiter, als nur allein auf den Wagebalcken erstrecken, und zwar wenn er nicht mit denen Schalen beschwehret ist; denn die Puncte der Anhängung verändern die Stelle, wenn der Wagebalcken sich auf eine Seite neiget, und um dieser Ursache willen nähert sich eine von denen Kräften dem Ruhe-Punct, und die andere entfernet sich davon, wie man aus der 3ten Figur *Tab. IV.* ersehen wird.

Es mögen A und B die beyden Löcher seyn, wo man die Hacken oder Rincken befestiget, daran die Wage-Schalen gehänget werden. So lange nun der Wagebalcken horizontal ist, so befinden sich die Puncte der Anhängung, in a und b, in gleichen Entfernungen von

dem Mittelpunct der Bewegung; wenn er sich aber abwärts neiget, wie D E, so schleben sich die Rincken fort, und der eine von denenselben befindet sich in d weiter von dem Mittelpunct der Bewegung entfernet, und der andere in e näher bey demselben, als sie vorher waren. Aus dieser Ursache pflegt ein lediger Wagebalcken viel mehrere Bewegung auf- und niederwärts zu machen, und hingegen desto wenigere, wenn er mit seinen Schalen beschwehret ist, und hauptsächlich, wenn er sich sehr abwärts neiget, weil er alsdenn sein Gleichgewicht völlig verliehret.

Man kan auch ferner wahrnehmen daß, weil man gemeiniglich grosse Löcher machet, um denen Rincken mehrere Freyheit zu lassen, ohnerachtet deren Mittelpuncte sich auf eben derselben Linie befinden, worauf der Achse ihr Mittelpunct ruhet, dennoch die beyden Arme des Wagebalckens, welche, eigentlich zu reden, die beyden Linien a c und b c sind, deßwegen nicht in eben solcher Richtung stehen; und dieses ist ein Umstand, den man bey Verfertigung derer Wagen gar wohl in Obacht nehmen muß, weil derselbe allein kan Schuld daran seyn, daß der Mittelpunct der Schwehre sich ausserhalb dem Mittelpunct der Bewegung befindet.

Das Zünglein, welches man auf den Wagebalcken setzet, um zu erkennen, wenn er in einer horizontalen Richtung sey, drucket zum Theil auf einen von denen beyden Armen, wenn die Wage sich abwärts neiget, wie man aus der 4ten Figur *Tab. IV.* sehen kan, und um deßwillen würde dasselbe allezeit, so oft es über die verticale Linie auf einer oder der andern Seite heraus gehet, Ursach zu einem Irrthum geben, wofern man

diese

dieser Verdrießlichkeit nicht durch ein Gegengewichte h i, zuvor käme, welches man an der Gegen-Seite unter dem Wagebalcken anbringet, wiewol dasselbe dennoch dieser Beschwerlichkeit nicht völlig, sondern nur zum Theil abhilft, wofern es nicht vollkommen mit dem Zünglein von einerley Schwehre ist, welches nicht leicht möglich seyn wird, im Fall der Wagebalcken m n, das Zünglein k l, und das Gegenwicht h i, aus einem Stück gemacht sind, wie solches gemeiniglich zu geschehen pflegt.

Die beste und vollkommenste Wage wird durch die Art, wie man sich ihrer bedienen möchte, einen Mangel der genauen Richtigkeit zeigen können, sie wird z. E. nicht mehr können beweglich genung seyn, und so gar durch die Ungleichheit der Länge ihrer Arme unrichtig werden, wofern man nicht die Massen, womit man die Wageschalen beschwehret, der Stärcke des Wagebalckens gemäß einrichtete: denn es würde sonst ein starcker Druck auf die Achse zu viele Friction daselbst verursachen, und die Arme könten sich biegen, welches denen Fehlern gleich kommen würde, die aus einer schlechten Verfertigung herrühren möchten. Man würde auch in Gefahr gerathen, dasjenige als ein Gleichgewicht anzunehmen, welches doch keines seyn würde, wofern der unrecht aufgehängte oder eingezwengte Kloben keine verticale Richtung solte annehmen können; denn in solchen Fall könte der Wagebalcken nicht horizontal seyn, ohne daß man es gewahr würde und man hat aus dem allen, was oben bereits ist gesagt worden, leicht ersehen können, daß solches eben diejenige Stellung sey, bey der man am wenigsten etwas ungewisses oder zweydeutiges zu befürchten hat. Inzwischen ist

sie doch auch nicht gänzlich davon befreyet, und man kan eine falsche Wage verfertigen, bey welcher man diese Eigenschaft beybehalten wird, daß sie mit sich selbst in einer horizontalen Richtung, im Gleichgewicht sey; es kan nemlich einer von denen beyden Armen kürtzer, aber eben so schwehr seyn als der andere, mithin wird das Gleichgewicht so lange dauren, als die Wageschalen leer seyn werden; wenn sie hingegen mit gleichen Quantitäten der Materie beschwehret sind, so wird diejenige, so an dem längern Arm aufgehänget ist, die andere überwältigen, weil gleiche Gewichte anders nicht sich im Gleichgewicht bestehen können, als bey gleichen Entfernungen von dem Ruhe-Punct.

Die Römische Wage, welche durch die 5te Figur *Tab. IV.* ist vorgestellet worden, ist auch noch ein Hebel von der ersten Art, welcher darinnen von der ordentlichen Wage sich unterscheidet, daß er zwey Kräfte, die sehr ungleich gegen einander sind, in das Gleichgewicht bringet. Ein einziges Gewicht P, das man auf verschiedene Entfernungen von der Achse, oder dem Ruhe-Punct C, rücket, dienet dazu, daß man allerhand Quantitäten von Materien wiegen kan, die einander an Grösse übertreffen, und gewöhnlicher massen an den Hacken R gehänget werden, weil man, da der Arm des Hebels CH mit Graden bezeichnet, und die Kraft P bereits bekannt ist, aus dem Unterschied, der sich daselbst zwischen denen Distantzen unter einander und dem Ruhe-Punct befindet, schon voraus weiß, wie viel der Widerstand mehr an Masse habe.

Wir werden uns nicht lange bey diesen Instrument aufhalten, weil man dabey fast alles dasjenige applicieren kan, was bisher von der gemeinen Wage ist gesagt

sagt worden; so viel wollen wir nur anmercken, es sey die Römische Wage in so weit bequehm zum Gebrauch, daß, weil man nur ein einiges Gewicht dabey braucht, welches nicht sonderlich wichtig ist, man sie daher gantz bequehm in kleinen bey sich führen kan, ingleichen, daß wenn man sie in grossen, bey solchen Massen, gebrauchet. die ehr schwehr sind, und nicht wohl können zertheilet werden, man gar nicht nöthig hat eine grosse Anzahl von Gewichten anzuschaffen, und sie mit Beschwerlichkeit zusammen zu legen, wie denn auch der unbewegliche Punct bey denenselben ungleich weniger, als bey denen gemeinen Wagen, beschwehret ist. Man muß aber auch mercken, daß dieses Instrument sich nicht wohl zu einer richtigen und genauen Abwägung kleiner Quantitäten schicke, weil es nicht beweglich genung ist, welches hauptsächlich daher rühret, daß einer von beyden Armen allemal sehr kurtz ist.

Von denen Rollen.

Die Rolle *Fig. 6. Tab. IV.* ist ein runder und gemeiniglich platter Cörper, der um seinen Mittelpunct C sich herum bewegen lässet, und dessen äusserer Umfang wie eine Holkähle ausgeschnitten ist, damit er ein Seil, oder eine Kette aufnehmen könne, woran man auf der einen Seite die Kraft E, F, oder G, und auf der andern den Widerstand R appliciret.

Es muß entweder die Rolle durch das Seil, oder das Seil durch die Rolle fortgetrieben werden; um deßwillen pflegt man in dem Fall, wo zu besorgen ist, daß das Seil über die Rolle ausglitschen möchte, die Holkähle in Gestalt eines Winckels einzurichten, oder

sie auch am Rande mit eisernen Spitzen zu besetzen. Siehe die 7de Figur *Tab. IV.*

Der Cörper der Rolle bewegt sich gemeiniglich in einem Kloben C D, welcher die Achse aufnimmt: man pflegt ordentlicher Weise die beyden äussersten Ende der Rolle in dem Kloben zu befestigen, und die Rolle um dieselbe herum laufen zu lassen; man würde aber viel besser thun, wenn man die Achse an der Rolle befestigte, und alles zusammen in denen Löchern des Klobens herum drehen liesse, weil sodenn eine geringere Friction geschehen würde, wenn die Bewegung über eine kleinere Oberfläche erfolgte. Und wenn auch allenfalls die Löcher in der Rolle sich mit der Zeit erweitern solten, so würde deßwegen die Rolle dennoch, weil nun der unterste Theil die Gewalt übernehmen muß, in die Rundung herum laufen, welches hingegen nicht geschehen kan, wenn der Mittelpunct der Rolle zu sehr ist erweitert worden.

Die Experimente, welche wir nunmehro beyzubringen in Begriff sind, werden zeigen 1) daß eine Rolle könne als ein Hebel von der ersten Art gebraucht werden, dessen Arme überein sind, und auf welchen zwey Kräfte, deren absolute Stärcken einander gleich sind, beständig im Gleichgewicht verbleiben, was für Richtungen sie auch annehmen möchten. 2) Daß die Kräfte, so man dabey applicitet, um so viel stärcker wircken, je grösser ihre Entfernung von der Achse ist. 3) Daß die Achse mit der gantzen Summe der Kraft und des Widerstandes beschwehret sey, und daß sie ihre Stärcke in einer parallelen Richtung mit dieser ihren Richtungen äussere, die zugleich nach ihren Punct des Zusammenlaufs hingehet.

Das

Das zehende Experiment.

Vorbereitung.

Die 8te Figur *Tab. IV.* stellet eine Maschine für, die aus zwey empor stehenden, und auf einem mehr langen als breiten Bret befestigten Säulen zusammen gesetzt ist; auf der einen von diesen Säulen befindet sich eine freystehende Rolle von Metall, und auf der andern ein als ein Winckelhacken gestalter Hebel, dessen Arme einander gleich sind, und der sich in einerley Fläche mit der Rolle gantz frey um seinen Stift, womit er angeheftet ist, herum drehet.

Anfänglich lässet man über die Rolle eine Schnure hinlaufen, an deren beyde Ende man zwey gleiche Gewichte, P und R, hänget, und sie in parallelen und verticalen Richtungen, wie A P und B R, würcken lässet.

Nach diesen knüpfet man das Gewicht R an die Schnure, so von den Arm des winklichten Hebels D herab hängt, und legt die Schnure auf der Rolle wie P A und F E.

Wenn endlich das Gewicht R wieder in seinen vorigen Ort ist gebracht, und der winklichte Hebel solcher gestalt gedrehet worden, daß D in d, und E in e zu stehen kommt, so hänget man das Gewichte P an das Ende der

Schnure d p, und die über die Rolle hinlaufende Schnure, daran es zuvor hieng, knüpfet man an den Arm e des sich herum drehenden Hebels.

Würckungen.

Die zwey Gewichte P und R befinden sich immerzu im Gleichgewicht, nicht allein wenn sie alle beyde in parallelen und verticalen Richtungen sind, sondern auch noch, wenn eines von beyden horizontal gegen die Rolle würcket, es mag nun gleich die Schnure um $\frac{3}{4}$ der Rolle, oder nur um $\frac{1}{4}$ derselben herum gehen.

Erklärungen.

Die Rolle A F B kan als eine Zusammensetzung von Hebeln von der ersten Art angesehen werden, deren Arme überein sind, und die einen gemeinschaftlichen Ruhepunct auf den Mittelpunct C haben, wo sich die Achse befindet. Wenn die Schnure von beyden Seiten vertical ist, und nicht über die Rolle fortrucken kan, so muß sie eben dieselbe Würckung haben, als wenn sie aus zwey Stücken bestünde, deren eines in A und das andere in B angeknüpfet wäre. Es zeiget sich also ein Gleichgewicht zwischen denen beyden Gewichten P und R, weil sie in gleichen Entfernungen von dem Ruhe-Punct würcken, und ein jegliches derer selben seine Gewalt in einer senckrechten Linie gegen den Arm des Hebels A C, oder B C, äussert.

Das Gleichgewicht bestehet auch um eben dieser Ursachen willen unverändert in denen beyden andern Fällen.

len. Die Halbmesser G C und F C sind denen beyden erstern, A C und B C gleich, und die Richtungen E F und e G sind ihnen senckrecht, wie es R B gegen B C ist. Der gantze Unterschied, so sich hiebey ereignet, bestehet darinnen, daß die beyden Kräfte anfänglich durch einen geraden Hebel A B würcken, und daß sie hernach sich gleichsam an wincklichte Hebel, A C G, oder A C F, applicirt befinden, welches in Ansehung derer Würckungen einerley ist, wie wir es oben bereits gezeiget haben.

Das eilfte Experiment.

Vorbereitung.

Die 9te Figur *Tab. IV.* stellet eine Rolle vor, die aus verschiedenen runden Flächen zusammen gesetzt ist, welche Dicken zwischen sich lassen, und deren äusserste Umfänge wie Hohlkähnlen ausgeschnitten sind; Die Durchmesser, und folglich auch die Halbmesser dieser Circkel, verhalten sich gegen einander, wie die Zahlen 1, 2, und 3. Uber die kleinste derer Circumferentzen hat man eine Schnure gelegt, an welcher zwey Gewichte, jedes von 6. Untzen, hangen, und in a und b hat man zwey andere Schnuren befestiget, welche um die beyden andern Circumferentzen herum gehen, und senckrecht an denen Ecken 2. und 3. herab hängen.

Wür-

Würckungen.

Wenn die beyden Gewichte sich in H und I befinden, so zeiget sich ein Gleichgewicht zwischen 6. Ungen von einer Seite, und 6. Ungen auf der andern Seite. Wenn man das in H befindliche Gewicht wegnimmt, so thut ein anderes Gewicht von 3. Ungen eben dieses in K i. und wenn dieses ist weggenommen worden, so halten 2. Ungen, so in L angehänget sind, das Gewicht von 6. Ungen in I annoch empor.

Erklärungen.

Da der Halbmesser C 1. gleich ist C d, so findet sich ein Gleichgewicht zwischen zwey Gewichten die übereinsind, weil ihre Stärcken sich in gleichen Entfernungen von dem Ruhe-Punct äussern. Da nun aber C 2 noch einmal so groß ist, als C d, so muß das Gleichgewicht zwischen zwey solchen Massen entstehen, die sich in einem gegenseitigen Verhältniß mit diesen beyden Längen befinden, und also werden 6. Unzen durch 2. Unzen unterstützet, wie denn auch hernach, um gleicher Ursache willen 2. Unzen hinlänglich sind bey einer solchen Distantz, die C d dreymal gleich kommt.

Das zwölfte Experiment.

Vorbereitung.

Es wird die Rolle G H, *Fig. 10. Tab. IV.* an ihrer Achse zwischen zwey kleinen metallenen Ringen aufgehänget, die von beyden Seiten durch

durch Schnuren unterstützet werden, welche über zwey kleine Rollen hinweg laufen, und bey zwey gleichen Gewichten, B und D, sich wieder mit einander vereinigen, daß also die grosse Rolle zwey verschiedene Bewegungen hat; denn sie drehet sich gewöhnlicher massen um ihre Achse, und diese letztere kan sich bis auf eine gewisse Weite mit der Rolle niedersencken, wenn der Widerstand derer Gewichte B und D anfängt nachzugeben.

Würckungen.

Diese beyden Gewichte geben allezeit nach, und die Rolle sencket sich ohngefehr zwey Zoll herabwärts, so bald die beyden andern Gewichte, E und F, welche zusammen und mit der Rolle etwas schwehrer sind, als B und D, sich in parallelen und verticalen Richtungen befinden! hingegen steiget auch die Rolle zum Theil wieder empor, wenn man, nachdem das Gewichte F ist weg genommen worden, die Schnure in der Richtung A C zurück hält.

Erklärungen.

Wenn die beyden Gewichte, E und F, parallel sind aufgehänget worden, so sind ihre Stärcken senckrecht gegen G und H, die man als die äussersten Ende von einem geraden Hebel ansehen muß, und wir haben bereits gezeiget, daß der Ruhe-Punct in dergleichen Fall die völlige Summe von beyden Massen trage; Die Achse, welche denselben vorstellet, träget

demnach

demnach von oben herabwärts eine Gewalt, die denen beyden Gewichten E und F, und dem Gewichte der Rolle, wenn sie zusammen genommen werden, gleich ist; die beyden andern B und D, welche sich vorgedachter Gewalt ihren Herabfall widersetzen, und ihren Widerstand von unten nach oben zu vorstellen, sind etwas schwächer, als diese Summe, und darum sencket sich die Rolle hinab; hingegen hebet sie sich wieder empor, wenn das eine Stück der Schnure aufhöret dem andern parallel zu seyn, indem alsdenn die Gewalt, welche von derselben unterstützet wird, sich nach der Linie I K äussert, und nicht anders mehr, als schief, sich gegen die Kräfte B und D. wendet.

Anwendungen.

Die als ein Hebel von der ersten Art gebrauchte Rolle, ist ein schlechtes und bequehmes Mittel, dessen man sich sehr oft bedienet, um die Richtung der Bewegung zu ändern. Denn es mag sich auch eine Kraft auf der Fläche, wo sich die Rolle befindet, darstellen wie sie nur immer will, so befindet sie sich allemal senckrecht gegen einen von denen Halbmessern, wodurch eigentlich alle ihre Intensität bey behalten wird. Ohnerachtet nun also ein Pferd, oder ein Ochse, seine Stärcke natürlicher Weise in einer horizontalen Linie äussert, so kan man nichts desto weniger auch durch zurück führende Rollen seine Gewalt gegen solche Widerstände anwenden, die sich in verticalen Richtungen befinden; ob auch gleich ein Gewicht immer zu geneigt ist hinab zu sincken, so kan es dennoch empor gehoben werden, wenn man ihm ein schwehreres entgegen setzt.

Die

Die gebogenen oder wincklichten Hebel verändern auch wohl ihre Richtungen, wie wir bereits gezeiget haben; allein die Rolle hat noch den Vortheil vor denenselben, daß sie die Bewegung beständig daurend und immerwährend macht, und daß sie die Kräfte allezeit in eben denenselben Richtungen erhält, die man sie zuerst hat annehmen lassen. Diesen Unterschied kan man leicht gewahr werden, wenn man nur die 3te Figur *Tab. III.* und die 8te Figur *Tab. IV.* betrachtet.

Da eine Rolle, welche verschiedene concentrische Holkählen hat, (*Fig. 9. Tab. IV.*) dazu dienen kan, daß man solche Kräfte einander gleich macht, die sonst von einander unterschieden sind, wenn sich nemlich die Durchmesser dieser Holkählen in solchen Verhältnissen befinden, die sich dazu schicken, so kan man folglich auch das Gleichgewicht, oder vielmehr ein beständiges Verhältniß zwischen zweyen Kräften unterhalten, deren relative Stärcken sich beständig verändern. Denn man darf nur, an statt verschiedener concentrischer Holkählen, eine einige machen, die nicht wieder in sich selbst zusammen lauft, sondern, indem sie die Gestalt einer Schnecken-Linie annimmt, sich nach und nach von dem Mittelpunct entfernet, und zwar nach der Proportion, wie eine von denen beyden Kräften nach und nach schwächer wird.

Eine derer glücklichsten Anwendungen, die man von dieser Folgerung gemacht hat, bestehet darinnen, daß man die Würckung derer Federn, wodurch die Taschen- und Wand-Uhren in Bewegnng gesetzet werden, gleichförmig gemacht hat. Wir haben in der

zwey-

zweyten Vorlesung *) gesagt, es würckten diese Federn, wie alle andere immerzu allmählig schwächer, nachdem Maaß, wie sie sich aufwickeln; da das Räderwerck, so sie in Bewegung setzen, ihnen beständig einerley Widerstand entgegen setzet, so erhellet offenbar daraus, das die Taschen oder Wand-Uhren immer zu langsamer unter der Zeit gehen würden, da sich die Feder wieder aufwickeln möchte, wofern man nicht ein Mittel gefunden hätte, wodurch dieser Beschwehrlichkeit könte vorgebeuget werden. An statt nemlich, daß man die Kette, welche zur Aufziehung der Feder dienet, auf einen Cylinder herumwickeln solte, so nimmt man eine Spindel dazu *(Fig. 1. Tab V.)* die so gestaltet ist, daß die Windungen in fortgehen immerzu einen kleinen Durchmesser bekommen, wie die Spannung der Feder sich vermehret. Die ganze Kunst bestehet in der Erfindung dieses Verhältnisses, weil die Theorie uns nicht mehr hilft, als daß wir nur auf das nächste dazu gelangen: die Uhrmacher sind daher allezeit gezwungen, daß sie erstlich Versuche anstellen müssen, weil die Federn nicht allezeit in allen Theilen ihres gantzen Umfangs recht überein biegsam und elastisch sind.

Wenn man weiß, wie starck die Achse einer Rolle soll beschwehret werden, so ist man auch im Stande ihr diejenigen Abmessungen zu geben, welche sich am besten dazu schicken. Dasjenige, worauf man Hauptsächlich sehen muß, ist erstlich, daß sie starck genung sey, und zweytens, daß sie nur bloß die nöthige Dicke habe, damit man die Frictionen einer allzu grossen Oberfläche vermeyden möge. Da aber der

Kloben

*) Im ersten Theil, pag. 176. Fig. 4. Tab. VI.

Kloben von einer Rolle allezeit an einen unbeweglichen Punct befestiget ist, so muß man auch dahin sehen, daß dasjenige, was ihn empor hält, fest genung sey, um der Gewalt zu wiederstehen, die gegen die Achse geschiehet: ja man muß so gar die verschiedenen Richtungen mit in Obacht nehmen, welche dergleichen Gewalt annehmen kan, indem ein solcher Ruhe-Punct in einem Fall widerstehen, und in dem andern nachgeben wird.

Man kan auch ferner die einfache Rolle als einen Hebel von der zweyten Art ansehen, indem sie würcklich die Eigenschaften desselben hat, wenn eines von denen beyden Enden der Schnure, nachdem der Widerstand R, *Fig. 2. Tab. V.* an die Rolle angeknüpfet worden, an einem unbeweglichen Punct a oder g herabhängt, da inzwischen das andere Ende durch die Kraft P oder d angezogen oder empor gehalten wird; und alsdenn sind entweder die Richtungen der Kraft und des Widerstandes unter einander parallel, wie c I und d E, oder sie incliniren gegen einander, wie P k, und c k.

In dem ersten trägt die Kraft nur die Helfte von denn Gewicht des Widerstandes, und in dem zweyten vermindert sich die Stärcke der Kraft, und der Ruhe-Punct richtet sich gegen den Punct des zusammenlaufs derer Richtungen der Kraft und des Widerstandes, das ist, gegen k.

Das

Das dreyzehende Experiment.

Vorbereitung.

A und B *Fig. 3. Tab. V.* sind zwey kleine eiserne Zapfen, 3. Zoll lang, welche sich in zwey kleinen offenen Fugen, die in beyden Armen der Stütze G gemacht sind, hin und her schieben lassen: der erstere dienet einer Schnure zum unbeweglichen Punct, die um eine Rolle herum gehet, und unten mit einem Gewicht beschwehret ist, deren anderes Ende an dem Arm eines Wagebalckens angeknüpfet ist, wovon man die Schale abgenommen, und ihn mit sich selbst, vermittelst eines kleinen in H angehängten Gewichts, in das Gleichgewicht gesetzet hat; und dieser Wagebalcken ist an dem andern Arm B der vorgedachten Stütze aufgehänget.

Anfänglich stecket man die beyden kleinen eisernen Zapfen so weit von einander, daß die beyden Ende der über die Rolle gehenden Schnure einander parallel sind.

Nachhero lässet man die beyden Ende der Schnure einander entgegen gesetzte schief gehende Richtungen annehmen, indem man die zwey Zapfen aus einander rücket, und in beyderley Fällen beschwehret man die eine Wage-Schale so starck als es nöthig ist, um den Wagebalcken in einer Horizontalen Stellung zu erhalten.

Wür-

Würckungen.

Da die Rolle und ihr Gewicht D. zusammen 8. Untzen wiegen, so hat man nur 4. Untzen in der Wage-Schale nothig um das Gleichgewicht zu wege zu bringen, wenn die beyden Ende der Schnure unter einander parallel sind und sich in einer verticalen Richtung befinden; wenn sie aber schief gegen einander gehen, wie P l und g m, *Fig. 2. Tab. V.* so muß man die Wage-Schale stärcker beschwehren, wenn man sie im Gleichgewicht erhalten will.

Erklärungen.

Wenn man den Arm H des Wagebalckens als die Kraft ansiehet, welche die Rolle und ihre Last empor hält, nachdem das andere Ende der Schnure in A ist befestiget worden, so stellet das Gewichte, welches man in die Wage-Schale legt, ohne alle Zweydeutigkeit diejenige Gewalt für, welche gegen die Kraft gerichtet ist, wenn sich alles im Gleichgewicht befindet. Man siehet demnach aus dem, was hierbey erfolget ist, den Beweiß von denen bereits oben angeführten Sätzen, nemlich 1) daß, wenn die Richtungen derer einander entgegen gesetzten Kräfte parallel sind, die Kraft sodann nur die Helfte der Gewalt des Widerstandes übernehmen müsse; denn in dem ersten Fall, da die beyden Ende der Schnure einander parallel sind, so ist c i, *Fig. 2. Tab. V.* als die Richtung des Widerstandes auch parallel mit d e, welches die Richtung der Kraft ist, und 4. Untzen in der Wage Schale halten 8 Untzen in D empor. 2) Daß wenn die Richtungen derer ent-

gegen gesetzten Stärcken nicht mehr parallel sind, alsdenn die Kraft nicht mehr der Helfte der Stärcke des Widerstandes gleich sey, und daß die Richtung des Ruhe-Puncts bis auf den Punct des Zusammenlaufs derer beyden andern Richtu gen fortgehe: denn in dem zweyten Fall des Experiments, da die Kraft schief würcket, wie P k, sind 4 Untzen in der Wage-Schale nicht mehr hinlänglich das Gleichgewicht zu halten, und der Winckel g k c ist dem Winckel auf der andern Seite, P k c, vollkommen gleich.

Wenn die beyden Ende der Schnure parallel sind, wie a b und d e, so kan man sie so ansehen, als ob sie an die beyden äussersten Ende des Durchmessers b e angeknüpfet wären; sind sie aber schief wie P l und g m, so kan man sie sich vorstellen, als ob sie an denen Enden der Tangente l m angehänget wären: hingegen sind die beyden Linien, e b und m l, zwey Hebel von der zweyten Art, welche beyderseits durch die Richtung c i, des Widerstandes, in zwey gleiche Arme sind getheilet worden: wenn nun die in a oder g aufgehängte Schnure den unbeweglichen Punct in b oder m versetzet, so siehet man auf einmal, daß die in e oder l angebrachte Kraft allezeit in eine Entfernung c b, oder l m von dem Ruhe-Punct, würcke, die doppelt so groß ist, als die Distantz des Widerstandes, welcher in c oder i ist gestellet worden. Solchemnach sind also, zu Folge dessen, was in Ansehung des Hebels ist gesagt worden, 4. Untzen in einer doppelten Entfernung von dem Ruhe-Punct, vermögend 8. Untzen empor zu halten.

Wenn aber die Kraft eine schiefe Richtung annimmt, so hat sie das Vermögen, eben dieselben Würckungen herfür zu bringen, nicht mehr, wie zuvor, weil

die

die senckrecht auf den Arm des Hebels herabgehende Richtung die vortheilhafteste unter allen ist, wie wir bereits gezeiget haben, und folglich alle andere nicht so vortheilhaftig sind. Es ist wohl wahr, daß P l senckrecht auf den Halbmesser l c gehe; aber dieser Halbmesser, durch den, wie man sich leicht vorstellen kan, die Kraft hier würcket, ist schief gegen c i, als die Richtung des Widerstandes, welches auf eins hinaus läuft.

Endlich richtet der Ruhe-Punct seine Stärcke durch g m, wenn die Kraft sich wie P l schief herab neiget, weil in dem Augenblick, da diese Inclination erfolget, die Rolle, indem sie nicht mehr von Seiten der Kraft unterstützet wird, so weit fortrücket, bis sie von beyden überein unterstützet werden kan, welches nicht eher erfolget, als wenn der Winckel g k c dem Winckel P k c, auf der andern Seite gleich ist.

Anwendungen.

Weil, wenn man die Schnure der Rolle in A (*Fig. 3. Tab. V.* befestiget hat, nichts weiter in H erfordert wird, als eine Kraft von 4. Unzen, um eine andere von 8. Unzen in D empor zu halten, und weil eine Kraft allezeit überein ist, sie mag nun von oben herabwärts würcken, oder es mag sich ihre Gewalt von unten nach oben zu, vermittelst einer Wage, äussern, so kan man daher an die Stelle des Wagebalckens H K eine andere Rolle, L oder l, *Fig. 4. Tab. V.* setzen, welche eben, wie derselbe, dasjenige leisten wird, was man von einem Hebel von der ersten Art erwarten kan, und es wird in M, oder m, niemals mehr, als eine Gewalt von 4. Unzen empor zu halten seyn.

Wenn man, um dieser Gewalt von 4. Untzen zu widerstehen, die Schnure aus M bis in N verlängert, *Fig. 5. Tab. V.* und sie unter einer dritten Rolle, N O, hinweg gehen lässet, so wird diese letztere, welche der erstern gleich ist, zu einem Hebel von der zweyten Art werden, wo die Kraft O, in einer noch einmal so grossen Entfernung von dem Ruhe-Punct N, als der Widerstand ist, der die Achse beschwehret, nichts weiter nöthig haben, als eine absolute Kraft, die halb so starck seyn kan, als seine eigene: solchemnach wird also nichts weiter nöthig seyn, als eine Kraft von 2. Untzen von unten nach oben zu, und wenn es bequehmer ist von oben herunterwärts zu ziehen, so wird eine vierdte Rolle, eben wie die zweyte solche Richtung verschaffen.

Die zweyte und vierte Rolle, welche zur Zurückführung dienen, um die Richtung zu verändern, können in einerley Kloben zusammen gesetzt werden, und wenn derselbe oberwärts befestiget ist, so wird auch sein unterster Theil selbst dem ersten Ende der Schnure zu einem unbeweglichen Punct dienen können, von welchem wir sonst voraus gesetzet haben, daß es in F befestiget sey.

Diese Art, in einerley Kloben also verschiedene Rollen zusammen zu setzen, entweder parallel neben einander, oder über einander, ist schon von langer Zeit her unter dem Nahmen derer vereinigten Rollen, bekannt. Es sind diese Maschinen sehr gebräuchlich, um grosse Lasten in die Höhe zu bringen, wie sie denn auch gar bequehm sind, weil sie wenig Raum einnehmen, und man nach eigenen Gefallen, ohne grosse Weitläuftigkeit, die Würckung von einerley Kraft vermehren kan. Es geschiehet aber dieses, wie bey allen andern Maschinen,

ledi-

lediglich durch Beyhülfe einer grossen Geschwindigkeit von Seiten der Kraft: denn wenn die Rolle, welche mit dem Widerstand beschwehret ist, *Fig. 2. Tab. V.* bis zu der Linie d a empor steiget so ist es offenbar, daß die Kraft, welche diese Würckung herfür bringet, binnen eben derselben Zeit einen doppelt so grossen Weg zurück leget, weil die zwey Stücke der Schnure, a b und d e, wodurch sie würcket, sich über der Linie d a befinden müssen, wenn der Mittelpunct der Rolle wird dahin gelanget seyn, diese beyde Längen aber, a b und d e, zweymal so viel betragen, als die Höhe c h.

Der Vortheil, den die Kraft von denen vereinigten oder zusammen gesetzten Rollen erhält, kan nicht unendlich vermehret werden: wenn einmal eine gewisse Anzahl derer selben in einem solchen Stück befindlich sind, so verursachen die unvermeydlichen Frictionen nachhero einen Abgang in dem Product derer bewegenden Kräfte, der dasjenige übertrift, was man durch eine nochmalige Vermehrung der Anzahl derer Rollen hätte gewinnen können.

Man muß auch die Einrichtung mit dergleichen zusammen gesetzten Rollen so machen, daß die Richtungen derer Schnuren, so viel nur immer möglich seyn will parallel sind; denn wir haben schon gezeiget, daß die Kräfte, welche schief würcken, deßwegen wenigere Gewalt haben, wofern alles sonst sich überein befindet.

Von denen Rädern.

Ein Rad ist wie die Rolle, ein runder Cörper, der gemeiniglich platt und um seinen Mittelpunct herum beweglich ist: der äussere Umfang, an statt daß er solte wie eine Holkähle ausgeschnitten seyn, erhält die Be-

wegung, so man ihm mittheilet, oder bringet die mitgetheilte Bewegung weiter fort, vermittelst seiner Friction, oder gewisser herfürragender Theile die man daran stehen lasset, oder noch daran befestiget, und Zähne, Zapfen, oder Schaufeln nennet.

Die Räder bewegen sich auf zweyerley Art: entweder drehen sie sich beständig an einem Ort herum, und zwar vermittelst einer an ihren Mittelpunct befestigten Achse, deren Zapfen in Löchern herum gehen, die zur Unterstützung dienen, wie man bey denen Uhren, Bratenwendern, Mühlen, u. d. gl. siehet; oder sie pflegen auch wohl, indem sie auf ihrer Circumferenz fortrollen, ihren Mittelpunct und die durch denselben hindurch gehende Achse, in einer Richtung, die der Fläche, oder dem Erdboden, worüber sie hingehen, parallel ist, mit fortzuführen, und von solcher Beschaffenheit sind diejenigen Räder, die man bey denen Carossen und andern Fuhrwerck gebrauchet.

Die Räder, welche nur eine Art der Bewegung haben, deren Achsen sich nur allein herum drehen, müssen als Hebel von der ersten Art betrachtet werden, welche eben so wohl, wie die Rolle, hauptsächlich dazu dienen, daß man dadurch die Richtung der Bewegung verändere, dieselbe weiter fortführe, die sehr unterschiedene Kräfte einander gleich mache und die Geschwindigkeit bey einer von beyden vermehre.

1. Die beyden Zähne, A und B, *Fig. 6. Tab. V.* können als die äussersten Ende eines durch den unbeweglichen Punct, oder den Mitelpunct der Bewegung, C, in zwey gleiche Arme getheilten Hebels, angesehen werden, und wenn an eben dieselbe Achse ein halb so grosses Rad stecket, so wird diejenige von denen beyden Kräf-

ten,

ten, welche durch den Zahn a würcket, weil sie sich noch einmal so nahe bey dem Mittelpunct befindet, um dieser Ursache willen, um die Helfte geschwächet. Man kan daher durch dieses Mittel die Stärcke eines Pfundes der Stärcke von 2. Pfunden gleich machen.

2. Würde sich noch eben dieselbe Würckung äussern, wenn das kleine Rad, an statt daß es unmittelbar an das gross appliciret ist, sich an dem andern Ende der Achse befände: auf solche Weise kan sich die Bewegung des grossen Rads H, *Fig. 1. Tab. VI.* durch das kleine Rad D, welches an eben demselben Wellbaum steckt, in eine ziemliche Weite fortführen und versetzen lassen.

3. Wenn dieses letztere kleine Rad in ein Cron-Rad E, eingreift, welches solche Zähne hat, die seiner Achse parallel sind, so wird die Bewegung, welche bis in dasselbe ist versetzet worden, ihre Richtung verändern, und horizontal werden, nachdem sie vorher vertical gewesen.

4. Wenn endlich das Cron-Rad E viermal mehr Zähne hat, als das kleine Rad D, so muß dieses sowohl, als das verticale Rad H, ohne welches sich das kleine nicht bewegen kan, viermal herum gehen, wenn das horizontale Rad E einmal soll herum gedrehet werden; und hinwiederum, wenn man dieses einmal herum drehet, so wird man machen, daß das kleine, der Wellbaum und das verticale Rad viermal herum laufen. Wenn man nun sich einbildet, es sey an einem jeden von denen beyden grossen Rädern eine Handhabe, F oder G, die ein Mann angefasset hat, und in Zeit von einer Secunde herum drehet, so wird die Bewegung viermal so geschwinde geschehen, wenn er die Handhabe F herum drehen wird, als wenn man eben dieselbe Kraft in G anwenden wird.

Was diejenigen Räder betrift, die zwey Gattungen von Bewegungen haben, wie z. E. die Räder von dem Fuhrwerck, deren Mittelpunct in währender Zeit, da sich die andern Theile um ihn herum drehen, beständig in gerader Linie fortgehet, so muß man sie zum öftern als einen Hebel von der zweyten Art ansehen, der so vielmal sich wieder darstellet als man sich Puncte auf der Circumferentz einbilden kan. Denn ein jeder von diesen Puncten ist das äusserste Ende von einem Halbmesser der von einer Seite gegen den Erdboden gestützet ist, und dessen anderes Ende, welches mit der Achse, wo auf das Fuhrwerck ruhet, beschwehret ist, zu gleicher Zeit durch die Kraft, welche jenes in Bewegung setzet, mit fortgeführet wird, daß solchemnach, wenn die Fläche vollkommen gleich und schnur gerade, der äussere Umfang derer Räder recht rund und ohne alle Ungleichheiten wären, wenn keine Friction zwischen der Achse und der Nabe derer Räder sich ereignete, und die Richtung der Kraft allezeit mit der Fläche parallel applicirt würde, so müste ein sehr schwehrer Karn durch eine geringere Gewalt können fortgeführet werden. Denn der Wide stand, so von seiner Schwehre herrühret, ruhet völlig auf dem Erdboden, und zwar vermittelst des Halbmessers C M, *Fig. 2. Tab. VI.* oder eines andern deraleichen, der den Augenblick hernach auf ihn folget. Allein unter allen diesen anjetzo vorausgesetzten Bedingungen, deren Zusammenkunft und Vereinigung zur Herfürbringung einer solchen Würckung ohnumgänglich erfordert würde, kommt kaum eine oder die andere bey dem ordentlichen Gebrauch vor.

Die Karn-Räder sind nur gantz grob rund gemacht, und mit dicken Nägeln beschlagen; die Wege sind entweder

weder an sich selbst schon ungleich, oder werden es wenigstens durch die Schwehre des Fuhrwercks, das sie eindrucket; diese Ungleichheiten, entweder von Seiten derer Räder, oder des Erdbodens, machen daß sich das Rad auf einen Halbmesser, C Q oder C N, stützet der schief gegen die Richtung der Kraft P C, oder des Widerstandes C M, lauft: das Gewicht, so sich in C befindet, drucket demnach theils gegen die Kraft, welche es nicht anders fort bewegen kan, als indem es macht, daß es so hoch empor steiget; als sich der Punct Q oder N über dem Punct M befindet.

Ausser diesen, wenn die Circumferentzen auf vollkommen gleichen und geraden Oberflächen fortrollen würden, so erfolgte ohnumgänglich zwischen der Achse und der Nabe des Rads eine Friction, die von der Beschaffenheit ist, daß sie allezeit deutlich kan bemercket werden, wie wir solches in der dritten Vorlesung x) angezeiget haben.

Die Tiefen und die Erhöhungen, so sich auf denen Wegen finden verändern gleichfals die Richtung der Kraft. Ein Pferd, das nach der Einrichtung des Erdbodens höher oder niedriger stehet, an statt daß es seine Kraft nach der Linie C P, *Fig. 2. Tab. VI.* beweisen solte, die demjenigen Theil der Fläche, welcher würcklich die Räder träat, parallel ist, äussert dieselbe gar öfters nach der Linie C S, oder C R, das ist, schief gegen die Richtung C M des Widerstandes und folglich mit Nachtheil.

Wenn es nun aber gar nicht möglich ist, alle diese Schwierigkeiten zu überwinden, so kan man doch wenigstens ihnen zum Theil zuvor kommen, wenn

x) In dem ersten Theil pag. 261.

man sich grosser Räder bedienet; denn es ist gewiß, daß die kleinen Räder sich mehr, als die grössern, zwischen die Ungleichheiten des Erdbodens hinein sencken, wie man aus der dritten Figur *Tab. VI.* ersehen kan, und weil der äussere Umfang eines grossen Rades, indem es herum gehet, einen grössern Theil des Weges abzumessen pflegt, als der Umfang eines kleinern, so drehet es sich nicht so geschwind herum, oder es macht eine kleinere Anzahl von Umläufen, wenn es einen gegebenen Raum durchwandern soll, wodurch also ein Theil derer Frictionen erspahret wird.

Wir verstehen aber durch grosse Räder diejenigen, so 5 oder 6. Schuh im Durchmesser haben; und bey dieser Grösse findet sich noch der Vortheil, daß sie ihren Mittelpunct fast in eben der Höhe haben, darinnen sich der Strang eines Pferdes befindet wodurch seine Stärcke in eine Richtung gesetzet wird, die gegen den Halbmesser senckrecht ist, der vertical auf dem Erdboden stehet, das ist, in der vortheilhaftesten Richtung, wenigstens in denen gewöhnlichen Fällen.

Von dem Haspel, und der Spille.

Die blosse Betrachtung der 4ten und 5ten Figur *Tab. VI.* ist schon hinlänglich, und zu zeigen, daß diese beyde Maschinen, eigentlich zu reden eine einzige sind, der man nur nach denen verschiedenen Stellungen, in welchen sie gebraucht werden verschiedene Nahmen beylegt. Wenn der Wellbaum, oder die Walze A B, worauf sich das Seil wickelt, und welches das Hauptstück ist, horizontal stehet, so heist die Maschine ein Haspel; wenn aber derselbe vertical stehet, so nennet man sie eine Spille.

Diese

Diese beyden Maschinen werden sehr oft bey denen Brunnen, Steinbrüchen und Gebäuden gebraucht um Steine und andere, Materialien in die Höhe zu bringen, wie auch auf denen Schiffen und in denen Häfen, die Anckel zu heben, u. s. w. Wenn man auch genau Achtung giebt, so trift man sie an unzählig vielen andern Orten in kleinen wieder an, wo sie bloß und allein in Ansehung der Art, wie sie gearbeitet, oder der Materie woraus sie verfertiget sind, sich von einander unterscheiden. Di Spinndeln, worauf man die Saiten oder Ketten windet, womit die Gewichte, oder die Federn an denen Wand- und Taschen-Uhren wieder aufgezogen werden müssen als eben so viel kleine Haspel und kleine Spillen angesehen werden.

Dasjenige, was wir bereits von denen Rollen und Rädern gesagt haben, begreift zugleich das wichtigste so man von dem Haspel wissen muß; denn wenn man sich den Wellbaum, der herum gedrehet wird, als eine Reyhe von Rollen vorstellet, die an eine Achse angesteckt sind; wenn man die Creutzweiß durch gesteckte Hebel, welche denselben in Bewegung zu setzen dienen, als verlängerte Halbmesser der ersten von diesen Rollen betrachtet, und endlich genau wahrnimmt, daß alles dasjenige, was ein Stück damit ausmacht, auch zugleich Antheil an seiner Bewegung nehme, so wird man alsobald sehen, daß diese Maschine die Stelle eines unendlichen Hebels von der ersten oder zweyten Art, vertrete, der wenn man von dem unbeweglichen Punct H rechnet, zwey ungleiche Arme hat, nemlich den halben Durchmesser des Cylinders g h, *Fig. 6, Tab. VI.* durch welchen der Wi-

derstand

derstand wücket, und einen andern Halbmesser h k, von eben demselben Cylinder, der durch einen von denen Hebeln ist verlängert worden, die das Creutz formiren, und wodurch die Kraft ihr Vermögen äussert.

Die Kraft P oder p, verhält sich demnach zu dem Widerstand G, wie sich die Länge P h oder p h zu g h oder K h verhält, d. i. wenn jeglicher von denen Creutzweiß liegenden Hebeln, von dem Mittelpunct des Cylinders zu rechnen, viermal länger ist, als der Halbmesser g h, so kan ein an das Seil G befestigtes Gewicht von 400. Pfund, durch eine Kraft, die 100. Pfund gleich ist und in P widerstehen möchte, empor gehalten werden.

Wenn man aber nur eine Gewalt von 100. Pfund auf solche Weise gegen 400. anzuwenden hätte, so würde die Kraft wenn der Hebel P möchte herum gedrehet werden, eine nachtheilige Richtung annehmen, und nicht mehr zureichend seyn, wie solches bereits ist erkläret worden, als wir von denen Handgriffen geredet, und ausser diesem würde ein Mann, wenn diese Creutzweiß liegende Hebel sehr lang wären, nicht gar zu bequehm den einen können fahren lassen um den andern wieder zu ergreifen; daher endigen sich dergleichen Hebel in denen Steinbürchen, Bergwercken, und an denen Krahnen, gemeiniglich in einen gewissen Circumferentz, und formiren ein grosses Rad, das mit starcken höltzernen Zapfen besetzet, wie T T, *Fig. 7. Tab. VI.* Durch dieses würcket die Stärcke derer Menschen, da sie beständig in einerley Entfernung von dem Mittelpunct der Bewegung appliciret wird, immerzu überein, und es können verschiedene zu gleicher Zeit durch einerley

Halb-

Halbmesser arbeiten, ohne einander zu hindern, oder beschwehrlich zu fallen.

Wenn das Seil, nachdem es sich die ganze Länge der Waltze hindurch um dieselbe herumgeschlungen hat, wieder rückwärts gehet, um sich zum zweyten oder drittenmal um dieselbe anzulegen, wie solches zu geschehen pflegt, wenn man sich des Haspels bedienet, um schwehre Lasten sehr weit in die Höhe zu bringen, so muß man zugleich die Vermehrung des Durchmessers der Waltze wohl in Obacht nehmen; denn weil sein Halbmesser der Hebel des Widerstandes ist, so wird die Gewalt der Last sich weiter von der Achse, oder dem Ruhepunct entfernet befinden, wenn der Durchmesser des Seiles zwey- oder dreymal mit der Länge dieses Halbmessers vereiniget ist, wodurch denn also solches Vermögen der Last um eben so viel vermehret wird.

Der zweyte Abschnitt,

Von der schiefliegenden Fläche.

Wir haben bereits die Definition von der schiefliegenden Fläche beygebracht, als wir in der sechsten Vorlesung (x von der Schwehre gehandelt wobey wir zugleich gezeiget, wie und unter was für Verhältnissen dieselbe den Fall derer schwehren Cörper hemme. Wir werden daher als eine sehr bewiesene Wahrheit voraus setzen, daß eine Masse, die nach der Länge einer schiefliegenden Fläche von oben herunter rollet, oder herabglitschet, zum Theil von der Flä-

che

x) In dem zweyten Theil, pag. 541. seqq.

che unterstützet werde, und daß so ches um so viel mehr geschehe, je grösser die Inclination ist.

Aus diesem Grundsatz folget nun, daß eine Kraft, die da angewendet wird um einen Cörper auf einer schiefliegenden Fläche zu unterstützen, dem Gewicht dieses Cörpers nicht brauche gleich zu seyn: und da ein Gewicht nichts anders ist, als eine Gewalt, die eine bestimmte Richtung hat, so kan man in allgemeinern Verstande sagen, daß einer jeglichen Kraft die genöthiget ist, einer schiefliegenden Fläche nach ihrer Richtung zu folgen, eine andere schwächere es gleich thun, oder sie auch überwältigen könne.

Weil aber eine Fläche den Herabfall eines Cörpers hindert, weil sie gegen die Richtung der Schwehre abhängig ist, so muß man daher vermuthen, daß dieselbe eben sowol auch eine jede andere Kraft schwächen werde, deren Richtung schief gegen die ihrige gehen wird; es beweiset auch die Erfahrung in der That, 1) daß eine kleine Gewalt eine grössere auf einer schiefliegenden Fläche unterstütze, und 2) daß eine kleine Gewalt, welche gegen eine grössere angewendet wird, niemals mit so grossen Vortheil würcke, als wenn ihre Richtung der schiefliegenden Fläche parallel ist, durch welche sie ihre Stärcke äussert.

Das erste Experiment.

Vorbereitung.

Die Maschine, welche *Tab. VII. Fig. 1.* vorgestellet wird, ist aus einem kleinen Bretgen, AC, das ohngefehr 15. Zoll lang, und 3. oder

4.

4. breit ist, zusammengesezt, und vermittelst eines Gewindes in C mit einem andern Bretgen verbunden, auf dessen andern Ende ein Quadrant stehet, der zur Einrichtung und Befestigung der Richtung des erstern Bretgens dienet. D ist ein Cylinder von harten Holtz, der 5. oder 6. Unzen wieget, und sich sehr frey um seine Achse herumdrehet, und zwar in einer Gattung einer metallenen Capsel, die von zwey Schnuren empor gehalten wird, welche über zwey Rollen, e e, hinlaufen, und an deren Enden zwey Gewichte d d, angeknüpft sind, deren jedes 2. Unzen schwehr ist. Die beyden kleinen Rollen ruhen auf einen metallenen Bretgen, das man an verschiedene Orte auf dem Quadranten rücken kan.

Die Fläche AC wird also etwas mehr, als auf 45. Grad, schief gestellet, der Cylinder oder die Waltze D wird an das unterste Ende derselben gerücket, und die Rollen dergestalt gerichtet, daß die Schnuren welche die Waltze anziehen, mit der schiefliegenden Fläche parallel sind, und hierauf lässet man die beyden Gewichte d d frey würcken.

Nachhero wiederholet man eben dieses nur das einige ausgenommen, daß man die Rollen in E oder F stellet damit ihre Richtungen sich ober- oder unterhalb der schiefliegenden

Flä-

Fläche befinden, und einen Winckel mit derselben machen, wie ALF, oder ADE.

Würckungen.

Wenn sich die Schnuren in einer parallelen Richtung mit der schiefliegenden Fläche befinden, so werden die zwey Gewichte, welche zusammen 4. Untzen wiegen, die Waltze hinauf zu ziehen anfangen, die noch ohngefehr 6. Untzen schwehr ist. Wenn man aber die Rollen in F und E, stellet, so sind eben diese Gewichte nicht mehr im Stande die Waltze aufwärts zu ziehen, vielweniger aufzuhalten. Eben diese Würckung erfolget auch, wenn man, an statt die Rollen zu verrücken, die Fläche AC mehr oder weniger schief stellet.

Erklärungen.

Die bey unsern Experiment gebrauchte Waltze ist ein schwehrer Cörper, der von Natur bestimmt ist, sich von oben herabwärts und senckrecht gegen die Fläche des Horizonts zu bewegen. Zwey Ursachen kommen hier zusammen, wodurch sie zurück gehalten wird; Die erste ist der Widerstand der schiefliegenden Fläche, worauf sie gestellet worden; Die zweyte ist das Vermögen derer beyden Gewichte d d. Wenn diese letztere Ursache allein würcken solte, so müste die Summe derer beyden Gewichte der Masse der Waltze gleich seyn. Man hat aus dem Erfolg des Experiments gesehen, daß 5 biß 6 Untzen durch 4. Untzen, vermittelst der schiefliegenden Fläche empor gehalten werden. Solchemnach ist es ausser allen

Zwei-

Zweifel gesetzt, daß in dergleichen Fall eine kleine Kraft eine grössere empor halten könne.

Um nun aber von dieser Würckung Rechenschaft zu geben, so wollen wir uns einbilden, es sey die Linie a c, *Fig. 2. Tab. VII.* die schiefliegende Fläche; der Circkel d f g sey die Grundfläche des Cylinders, oder der Waltze; das völlige Gewicht dieses Cörpers ruhe auf dem Mittelpunct K, und b finde sich mit einer Kraft, deren Richtung K p ist, unter der Zeit im Gleichgewicht, da seine Schwehre ihn antreibet, auf der Linie K h, die senckrecht gegen den Horizont b c ist, herabzufallen. Hier sind also zwey Kräfte an dem äussersten Ende K eines einigen Halbmessers oder Hebels appliciret, dessen anderes Ende d gegen die Fläche gestützet ist: eine davon macht mit diesem Hebel einen geraden Winckel p K d, und würcket also in der vortheilhaftesten Richtung, die sie nur haben kan; die andere hingegen würcket durch eine schiefe Linie auf eben diesen Hebel, und macht mit ihm einen spitzigen Winckel d k h, wodurch er in die Länge d e eingeschräncket wird, wie wir in dem vorhergehenden Abschnitt gezeiget haben: Da nun also d e kürtzer ist, als d k, so kan man sagen, es überlasse ihn das Gewicht der Waltze um so viel hinwiederum an die Kraft p, und um dieses in eine allgemeine Regel zusammen zu fassen, so muß man sonderlich darauf sehen, daß das Dreyeck d k e demjenigen gleich sey, welches die schief liegende Fläche a b c vorstellet, und daß folglich die beyden Linien d e und d k gleiches Verhältniß unter einander haben, wie a b und a c, woraus denn dieser Satz folget, daß das Gewicht des beweglichern Cörpers sich zu der Kraft, welche es empor hält, eben so ver-

halte wie sich die Höhe der schief liegenden Fläche zu ihrer Länge verhält; das ist, daß wenn die Linie a b, als die Höhe der Fläche, zu der Linie a c, so die Länge derselben andeutet, sich wie 2. zu 3. verhält, alsdenn ein auf eine schief liegende Fläche gelegtes Gewicht von 3 Unzen durch eine Kraft von 2. Unzen könne zurück gehalten werden.

Weil aber die Kraft dergleichen Vorzug über den Widerstand nur vermöge einer Richtung hat, die ihrer Stärcke vortheilhafter ist, so muß sie allerdings weniger hiervon haben, wenn sie aufhöret parallel gegen die Fläche zu würcken; denn in einer jeden andern Stellung befindet sie sich schief gegen den Halbmesser d k. Die schief liegende Fläche ist der Kraft nicht weiter vortheilhaft, als weil sie das Gewicht des beweglichen Cörpers zum Theil unterstützet. Weñ diese Kraft so auf die Fläche würcket, wie K i, so unterlässet sie nicht, alles dasjenige auf die Fläche zu bringen, was dieselbe nur möchte ertragen können; und wenn sie sich so weit davon entfernet, bis sie das Gewicht gerade nach der Linie k l anziehen kan, so ist es offenbar, daß die Fläche alsdenn mit nichts mehr beschwehret sey, und daß das Vermögen der Kraft dem Gewicht des beweglichen Cörpers gleich seyn müsse, um ihn zurück zu halten. Würcket hingegen gedachte Kraft unterhalb der Fläche wie k m, so wird ein Theil ihrer Stärcke gantz vergeblich gegen die Fläche angewendet, und man siehet ohne grosse Mühe, daß wenn sie sich so weit niedersencken solte, bis sie die Richtung k annähme, alsdenn der Widerstand der Fläche, indem er gantz gerade wird, dieselbe verhindern werde, einige Würckung gegen die Schwehre des beweglichen Cörpers zu äussern.

Anwen-

Anwendungen.

Das anietzo erklährte Experiment zeiget gantz deutlich, daß man nicht allein von denen schief liegenden Flächen den Vortheil erlangen könne, die Widerstände zu überwältigen, oder grosse Lasten mit kleinern Kräften empor zu halten, als man sonst zu deren Zurückhaltung, oder um sie vertical in die Höhe zu bringen, würde anwenden müssen; sondern daß auch ein beweglicher Cörper, dessen Mittelpunct der Schwehre nicht unterstützet wird, allezeit herabfallen müsse, wenn er auch gleich anderswo liegt. Denn es ist nicht genung, daß die Rolle auf dem Punct d, auf der Fläche ruhet, *Fig. 2. Tab. VII.* sondern sie würde ohne das Vermögen der Kraft p fortrollen, weil der Mittelpunct ihrer Schwehre, welcher in der Richtung k h würcket, nicht unterstützet ist.

Auf gleiche Art kan man auch von unzehlig vielen andern Würckungen Rechenschaft geben, die uns wunderbar vorkommen, und schwerlich können erkläret werden, wenn man diesen Grundsatz nicht weiß, oder nicht darauf Achtung hat. Die 3te *Fig. Tab. VII.* stellet z. E. einen dichten Cörper A vor, der aus zwey Kugeln zusammen gesetzt ist, die mit ihren Grundflächen zusammen vereiniget sind. Diesen Cörper legt man auf zwey Liniale B C und D C, die einen scharfen Winckel mit einander machen, und an dem andern Ende B und D etwas mehr erhöhet sind, daß sie eine schiefliegende Fläche vorstellen; wenn man nun denselben in Freyheit lässet, so steiget er im Fortrollen empor, und nimmt, dem Ansehen nach, einen Weg, der demjenigen völlig entgegen ist, den alle schwehre Cörper zu nehmen pflegen.

Diese Würckung rühret daher, weil der Mittelpunct der Schwehre des Cörpers A nicht unterstützet ist: denn wenn er in C solte gelegt werden, so würde er daselbst ruhig verbleiben, wenn er sich auf einen Halbmesser a e befinden solte, der gegen die horizontale Fläche e f, *Fig. 4. Tab. VII.* horizontal wäre; da aber die beyden Liniale einen Winckel machen, so berühren sie den doppelten Kegel durch Puncte, die weiter entfernet sind, als g, mithin ist der Mittelpunct der Schwehre, so sich in a befindet, nicht recht unterstützet, und der gantze Cörper fängt an von C gegen B hinzurollen. Nach dem Maaß nun, wie er in dieser Richtung fortgehet, da die beyden Liniale immer mehr und mehr von einander entfernet sind, so sencket sich dieser bewegliche Cörper in einer Höhe die dem Halbmesser a e gleich, hergegen aber grösser ist, als die Höhe f B, auf welche er scheinet empor gestiegen zu seyn; und der Punct a sencket sich in der That, in Absicht auf den Horizont, von der Höhe h B herab.

Wenn die Cörper allezeit herab fallen, so oft der Mittelpunct nicht unterstützet ist, so kan man auch mit Wahrheit behaupten, daß sie niemals herab fallen, so lange eben dieser Mittelpunct unterstützet ist: daher kommt es, daß man so viele Gebäude siehet, die ihr Bley-Maaß verlohren haben, und deßwegen dennoch stehen bleiben, und daß gewisse Wercke, die über andere heraus gebauet sind, deßwegen dennoch diejenige Dauerhaftigkeit haben, die ihnen eigentlich zu haben gebühret.

Man solte vielleicht veranlasset werden zu glauben, daß ein Seil-Täntzer nur bloß um des äusserlichen Ansehens willen fast beständig allerley Bewegungen mit

denen

denen Armen mache; allein die wahre Ursache bestehet darinnen, daß, weil er auf einer Gattung einer sehr beweglichen Fläche fortwandelt, die sich beständig und auf verschiedene Art unter seinen Schritten bieget, er daher, so bald er bemercket, daß der Mittelpunct seiner Schwehre nicht unterstützet sey, solchen so gleich in die Directions-Linie wieder zurück zu bringen suchet, indem er den Arm auf der Gegen-Seite ausstrecket, gleichwie ein Hebel, dessen Gewicht um so viel kräftiger würcket, je weiter seine Theile von dem Mittelpunct ihrer Bewegung entfernet sind: ist er aber in seiner Kunst noch nicht geschickt genung, so bedienet er sich in dieser Absicht einer Gewicht-Stange, die er, nach Erforderung derer Umstände, bald zur rechten, bald zur lincken wendet.

Die Kinder, welche erst zu gehen anfangen, und noch nicht zu der Geschicklichkeit gelanget sind, ihren Cörper in Absicht auf die verschiedenen Flächen, worüber sie gehen, auf verschiedene Art zu wenden, pflegen gemeiniglich durch die Bewegungen ihrer Arme vielfältig zu verhüten, daß sie nicht so oft fallen, als wohl sonst, bey ihren annoch allzusehr wanckenden Schritten fast beständig geschehen könte.

Warum biegen sich diejenigen Personen, welche einen dicken Bauch haben, zurück? weil sie nemlich ohne diese Stellung, indem der Mittelpunct der Schwehre allzuwenig unterstützet ist, in Gefahr gerathen würden, vorwärts auf das Gesichte zu fallen. Ein Sackträger hingegen, der eine schwehre Last auf dem Rücken trägt, bieget sich vorwärts, weil er und seine Bürde einen gemeinschaftlichen Mittelpunct der Schwehre mit einander haben, der sich öfters ausserhalb dem Träger befin-

befindet, und nicht würde unterstützet werden, wenn er aufgerichtet fortgienge. Er muß sich also nothwendig so weit biegen, bis sich dieser Mittelpunct in einer verticalen Linie befindet, die zwischen seinen beyden Füssen herab gehet.

Wenn man sich auf einen eintzigen Fuß will aufgerichtet erhalten, so ist man gezwungen eine Bewegung nach der Seite hin zu machen, um den Cörper senckrecht auf denjenigen von beyden Füssen zu bringen, der ihn unterstützen soll: will man sich bücken, indem man den Kopf voraus streckt, so muß man nothwendig den entgegen stehenden Theil zurück bringen, um zwischen beyden das Gleichgewicht zu erhalten; hieraus erhellet, warum man weder auf einen Fuß allein stehen, noch auch, indem man sich bück t, etwas vor sich zusammen raffen könne, wenn man unmittelbar neben oder hinter sich eine Mauer oder einen Baum hat, der die Bewegungen hindert, die man machen muß, um den Mittelpunct der Schwehre auf die nach dem Ruhe-Punct zu gehende Directions-Linie zu bringen, oder darauf zu erhalten.

Von denen Maschinen, so aus schief liegenden Flächen zusammen gesetzt sind.

Unter denenjenigen Maschinen, die als schief liegende Flächen würcken, sind die meisten und gebräuchlichsten, die Keile und die Schrauben; ich werde mich gantz allein bey diesen beyden Gattungen aufhalten, und indem ich ihre hauptsächlichsten Eigenschaften untersuche, werde ich noch einige andere dererselben anzeigen, die noch dahin können gerechnet werden.

Von

Von dem Keil.

Man legt gemeiniglich den Nahmen des Keils einem harten aus drey Flächen zusammen gesetzten Cörper bey, die von zwey Triangeln eingeschlossen sind, wie D A C, *Fig. 5. Tab. VII.* Die beyden Längern von diesen Flächen machen einen Winckel auf der Linie A a, den man die Spitze, oder die Schneide nennet; der kleinere D c, welcher ihre Entfernung von einander bestimmet, wird die Grundfläche, oder der Kopf genennet, und das Maaß von der Höhe giebt die Linie A B, die man auch als die Achse des Keils ansiehet.

Gemeiniglich bedienet man sich dieser Maschine, um eine Materie zu spalten, aufzuheben, oder zusammen zu pressen, und damit sie ihre Würckung äussern könne, gebraucht man dazu den Druck einer Feder oder eines Gewichts, und noch gewöhnlicher den Stoß eines harten Cörpers, den man mit einer gewissen Geschwindigkeit in Bewegung setzet, als wie einen Hammer, einen Schlegel, u. d. gl.

Der Widerstand, den man mit dem Keil zu überwältigen hat, rühret zum öftern von der Zähigkeit derer Theile her, die er zertrennen und aus einander treiben soll: diese Zusammenhängung, welche unendlich variiret, nach dem Unterschied der Natur derer Cörper, ihrer Grösse, Gestalt, und einer Menge von andern Umständen, kan nur sehr schwerlich geschätzet werden; auf der andern Seite ist der Schlag, den man gebraucht, um zu machen daß der Keil würcke, eine solche Kraft, die sehr schwehr, ohne einigen Fehler, mit der Kraft eines einfachen Druckes kan verglichen werden, weil das Product seines Vermögens nicht bloß und allein von

der Grösse der Bewegung in dem schlagenden Cörper herrühret, sondern auch von der Natur des geschlagenen, von der Art, wie er den Schlag bekommt, und von verschiedenen andern Ursachen, die öfters mehr oder weniger hierzu mit beytragen, als man sich sonst nicht vorgestellet hat. Ich werde demnach alle diese Betrachtungen als solche bey Seite setzen, die zu meinen gegenwärtigen Vorwurf nicht gehören, und um mich genau an die Eigenschaften des Keils zu halten, so werde ich solche Kräfte hierbey voraus setzen, deren absolutes Vermögen bereits bekannt ist, als Gewichte, oder Federn von einer bestimmten Stärcke, damit man nichts weiter zu betrachten nöthig habe, als die Verhältniss, welche die Kraft und der Widerstand, durch die blosse Einschiebung des Keils zwischen denenselben annehmen.

Wenn ich die verschiedenen Arten betrachte, wie der Keil würcken kan, so stelle ich mir deren hauptsächlich zwey vor, zu denen man, meines Erachtens, alle die andern, unter gewissen Einschränckungen rechnen kan. Erstlich bilde ich mir zwey Cörper ein, A und B, *Fig. 6. Tab. VII.* die sich auf eine recht dichte Fläche stützen, worauf sie nur in denen Richtungen C D, fortglitschen oder rollen können: ich setze auch voraus, daß eine bestimmte Kraft, als z. E. 10. Pfund, so in E angebracht ist, sich dieser Bewegung entgegen setze. Wenn ich nun den Keil F G H, nach seiner völligen Höhe zwischen die beyden Cörper herab sincken lasse, so ist es gewiß, daß die beyden beweglichen Cörper A und B, wenn die Action vorbey ist, nach der völligen Breite der Grundfläche F H, werden aus einander getrieben seyn. Man siehet auch leichtlich, daß dieses mehr oder weni-

ger

ger erfolgen werde, wenn ich einen andern Keil gebrauchen solte, dessen Winckel weiter oder enger seyn möchte, wie i m G, oder l n G, um aber solcher gestalt zwey Massen von einander zu theilen, wird eine gewisse Gewalt erfordert, von welcher desto mehr muß angewendet werden, wenn man sie innerhalb einer bestimmten Zeit weiter aus einander bringen will.

Zweytens stelle ich mir einen Keil vor, der sich bestrebet die beyden Theile von einem nur ein wenig gespaltenen grossen Scheit Holtz noch mehr aus einander zu reissen. *Fig. 1. Tab. VIII.* so lange sie dieser Zertreibung durch die Verbindung derer Fasern, die unterhalb dem Winckel p annoch vereiniget sind, widerstehen. Ich bilde mir ein, es wären die beyden Linien, f p und p q, und auf der andern Seite t p und t r, zwey wincklichte Hebel, deren Arme p r und f p, durch gleich weit von einander stehende Fäden zusammen verbunden wären; indem nun der Keil in t und in f würcket, so äussert er seine Gewalt, durch die beyde Arme t p und f p gegen das erste Band, welches sich bey dem Winckel p befindet, so lange sich die beyden andern Arme unterwärts wechselsweiß selbst aufeinander stützen. Ist nun dieses Band unbiegsam, und kan nicht nachgeben, ohne zu zerreissen, so wird die Gewalt des Keils diese Würckung herfürbringen, wenn sie nur ein wenig grösser ist, als das Vermögen dieses Bandes, und wenn solches einmal zerrissen ist, so wird das unmittelbar darauf folgende, wenn es auch gleich eben so starck ist, noch leichter durch eben dieselbe Würckung des Keils zertrennet werden, weil alsdenn der Hebel der Kraft an der Länge zugenommen hat, wie man solches aus denen beyden

den punctirten Linien ersehen kan, die auf das zweyte Band treffen; und aus eben dieser Ursache muß dieser Vortheil, den die Kraft erhält, im fortgehen immer weiter zunehmen. Rühret es nun nicht davon her, daß feste und dürre Höltzer, Steine, Glaß, und überhaupt alle Materien, deren Theile sehr steif sind, mit einen prasseln oder krachen zerbrechen, und sich gantz leicht spalten lassen, so bald man nur einen kleinen Einschnitt oder Riß in dieselben gemacht hat? nimmermehr würde es sich damit vollkommen so verhalten, wenn die Bänder, so ich hier voraus setze, biegsam wären, weil die erstern, indem sie anfangen würden ein wenig nachzugeben, einen Theil der Gewalt des Keils auf die andern würden fortgehen lassen, und also eben dasselbe Vermögen nicht zureichend seyn würde, um sie völlig von einander zu trennen.

Daß nun aber der Keil auf eine oder die andere Art würcke, erhellet daraus, 1) weil man sich dessen mit grossen Vortheil bedienen kan um starcke Widerstände zu überwältigen; 2) weil seine Würckung desto stärcker wird, je spitziger derselbe ist. Es wird auch die Erfahrung, indem sie diese beyde Sätze bestätiget, uns zugleich Gelegenheit geben, das Verhältniß derer Kräfte zu bestimmen, die vermittelst dieser Maschine gegen einander würcken.

Das zweyte Experiment.

Vorbereitung.

Die beyden Flächen, A C und B C, *Fig. 8. Tab. VII.* geben zwey Seiten von einem Keil ab.

ab, der spitziger oder stumpfer kan gemacht werden, vermittelst eines an der Spitze C befindlichen Gewindes, und zweyer Schrauben, E und F, welche die beyden andern in dem Linial G H befindlichen äussersten Ende zurück halten. In dieser Absicht muß das jetzt-gedachte Stück mit einer auswärts gehenden Fuge oder Faltz versehen seyn, worinnen man zwey mit einer Schraube versehene Zapfen, welche an die Ende derer beyden Flächen befestiget sind, hin und her schieben lässet. D I ist ein Rahme, der horizontal auf zwey kleinen Säulen liegt, die in ein Bretgen eingezapfet sind, das ihnen zum Fußgestell dienet. In ein paar kleinen Capseln lauten zwey Rollen, m und n, welche sehr leicht fortrücken, an zwey metallenen Draten herum, die von einem Ende des Rahmens bis zum andern gezogen sind. Aus dieser Einrichtung siehet man leichtlich, daß die beyden Rollen nicht anders, als durch eine Gewalt, welche das Gewicht p empor zu heben vermögend ist, von einander können entfernet werden, und daß man, weil der Keil A B C, vermöge seines eigenen Gewichts, oder desjenigen, welches man ihm beyfüget, gegen dieselben würcket, das Vermögen der Kraft ohne grosse Mühe, mit dem Vermögen des Widerstandes vergleichen könne.

Wenn

Wenn nun das Gewicht p zwey Pfund beträgt, so macht man den Keil dergestalt spitzig, daß sein eigen Gewicht zureichend ist, die Rollen aus einander zu treiben, und hierauf öfnet man ihn dergestalt, daß seine Grundfläche A B der Helfte der Höhe K C gleich sey.

Würckungen.

1. Wenn der Keil spitzig genung ist, ohnerachtet er nur ohngefehr 12. Untzen an Gewicht hat, so wird sein Vermögen hinreichend, daß er die Rollen aus einander treiben kan.

2. Wenn seine Höhe der zweymal genommenen Breite seiner Grundfläche gleich ist, so treibt er noch die Rollen aus einander, wenn man nur seinem Gewichte etwas mehr, als 4. Untzen zusetzet; das ist, mit einem Vermögen von einem Pfund, hält er einer Gewalt, die doppelt so starck ist, das Gleichgewicht.

Erklärungen.

Wenn das Gewicht p, in unsern Experiment, in zwey andere, jedes von einem Pfund, zertheilet wäre, wie p und r, *Fig. 2. Tab. VIII.* und die beyden Rollen, m und n, sich nicht von einander entfernen könten, ohne zu veranlassen, daß diese beyde Gewichte, um eben so viel empor steigen müsten, so ist es gewiß, daß, wenn die Maschine nicht dazu käme, man eine Masse von zwey Pfunden würde haben müssen, um ihnen das Gleichgewicht zu halten, und ein wenig mehr, um sie in die Höhe zu treiben. Nun sehen

wir

wir aber daß 12. Unzen dieselben vermittelst eines Keils in die Höhe ziehen; wir sehen auch, daß ein wenig mehr als 16. Unzen erfordert werden, um eben diese Würckung herfürzubringen, wenn der Keil etwas stumpfer wird, und also sind unsere beyden Sätze erkläret, und kommt es anietzo nur darauf an, daß wir die Begebenheit selbst erklären.

Das Vermögen eines Cörpers, der sich bewegt, oder sich zu bewegen bemühet, rühret von der Masse und von dem Grad der Geschwindigkeit her, den er entweder schon würcklich hat, oder haben würde, wofern die Bewegung statt haben solte. Nun kan der Keil a b c nicht nach seiner völligen Höhe sich herab sencken, daß nicht zu gleicher Zeit die Rollen solten die beyden Raume c l und c i durchwandern, und daß folglich die beyden Gewichte, p und r, nicht eben einen solchen Weg im aufsteigen solten zurück legen: diese beyden Raume aber, welche zusammen so viel betragen, als die Grundfläche a b, sind nur die Helfte von der Höhe des Keils, daß also ein in K gestelltes Gewicht in eben derselben Zeit, indem es herabsincket, einen doppelt so grossen Weg zurück legt, als die beyden Gewichte, p und r im aufsteigen zurück legen; solchemnach muß, in dem Fall des Gleichgewichts, das Gewicht K gegen die Summe derer beyden andern in dem gegenseitigen Verhältniß derer Geschwindigkeiten bestehen, das ist, ein Pfund gegen zwey, wenn die Linie K c noch einmal so lang ist, als die Linie a b, woraus denn dieser allgemeine Satz folget: die Kraft verhält sich in dem Fall des Gleichgewichts, zu dem Widerstand, wie sich die Grundfläche des Keils zu seiner Höhe verhält:

halt; jedoch hat dieses nach der Strenge nicht eher statt, als wenn die einander entgegen gesetzte Kräfte gegen Gewichte können verglichen werden, wie in dem vorhergehenden Experiment.

Anwendungen.

Der Gebrauch des Keils ist keineswegs so enge eingeschräncket, daß er bloß dienen solte Holtz oder Steine zu spalten, und seine Gewalt bestehet auch nicht allezeit darinnen, daß er aus einem grob zugespitzten Eisen verfertiget ist, welches man mit einem Hammer fortzutreiben pflegt, sondern man kan vielmehr überhaupt sagen, daß alle schneidende Werckzeuge, sie mögen seyn von was für Beschaffenheit sie wollen, die Axt und das Beil des Holtzhauers, der Breite und Hol-Meisel des Bildhauers und Tischlers, die Lancette und das Incisions-Messer des Barbiers, das gemeine und das Scheer-Messer, die jemann in Händen führet, eben so viel Keile sind, deren Winckel, Grösse, Gestalt und Härte nach der Beschaffenheit derer Materien eingerichtet sind, gegen welche sie würcken sollen, und nach der Thätigkeit desjenigen, der sie beweget, und ihre Kraft anwenden soll. Diese Wahrnehmung giebt sich von selbst an dem Tag, wenn man betrachtet, daß alle diese Werckzeuge allezeit, als ein wesentliches Stück, zwey Oberflächen haben, die mehr oder weniger gegen einander incliniren, und allezeit an dem Ort, wo sie zusammen laufen, einen mehr oder weniger spitzigen Winckel machen.

Da der Winckel ein wesentliches Stück des Keils ist, so ist es eben nicht nöthig, daß er allein durch die

Zusam-

Zusammensetzung zweyer Flächen formiret werde: die Nägel, welche vier Flächen haben, die in eine Spitze zusammen gehen, die runden Pfriemen die Steck- und Neh-Nadeln, u. d. gl. deren Oberfläche als eine Zusammenhäufung von Linien kan angesehen werden, die sich in einem gemeinschaftlichen Winckel wieder mit einander vereinigen, vertreten ebenermassen die Stelle derer Keile, und müssen als solche betrachtet werden.

Man muß auch ferner mercken, daß es unter denen verschiedenen Arten derer schneidenden Werckzeuge viele giebt, die man ihre Thätigkeit beweisen lässet, indem man sie zu eben der Zeit nach ihrer Länge fortziehet, da sie gerade gegen den Cörper gestützet werden, der zerschnitten werden soll; dergleichen sind die geraden und gekrümmten Messer, u. a. m. Solche Instrumente würcken zu gleicher Zeit als Keile und als Sägen; deñ man muß bedencken, daß die zärteste Schneide aus solchen Theilen zusammengesetzt sey die sich nicht alle auf das genaueste in einer Linie befinden, sondern indem einige höher und weiter herfürstehen, als die andern, so formiren sie so viel kleine Zähne, die man mit dem Vergrösserungs-Glaß sehen kan, und bey einem langen Gebrauch nicht bestehen; daher ist man darauf bedacht, daß man sie eben so wieder herstelle, wie sie anfänglich ist zuwege gebracht worden, nemlich indem man die äusersten Fälchen der Klinge an einem Wetzstein streicht, welches man das Wetzen oder scharfmachen nennet. Ein jegliches Instrument, das auf solche Weise schneidet, braucht nicht so starck unterstützt zu werden, als ein anderes; daher pflegt man bey denen chirurgischen Operationen, so viel sich

nur

nur immer will thun lassen, das kleine gekrümmte Messer (bistouri) viel lieber zu gebrauchen, als die Scheren, weil diese nicht anders, als im Zusammendrücken, schneiden, dmit man also die Quetschung verhüte und dem Krancken die Schmertzen erspahre.

Ohnerachtet aber ein schneidendes Werckzeug eigentlich zu dem Ende gemacht ist, daß es im fortziehen schneiden soll wie die gewöhnlichen Messer, so muß ich doch noch gedencken, daß dasselbe auch eindringen und einen Cörper zertheilen könne, der nur gerade gegen dasselbe angedrücket wird. Es ist also eine Verwegenheit, wenn man, wie es zuweilen geschiehet, mit der flachen Hand auf die Schneide eines Scheer-Messers schlägt: es widerstehet zwar die Haut in der That etwas mehr, wenn das Instrument nur als ein Keil gegen dieselbe würcket, fürnemlich wenn dasselbe auf einmal einen grossen Umfang angreift; allein es ist allemal gefährlich, wenn man versuchen will, wie weit sich dieser Widerstand erstrecken könne.

Von denen Schrauben.

Die Schraube ist eine sehr verlängerte Waltze, oder Kegel, worauf man eine Holkähle eingeschnitten hat, die sich in Gestalt einer Schnecken-Linie herum drehet: der Unterschied, welcher zwischen denen Wendungen dieser Holkähle übrig bleibt, wird das Gewinde der Schraube, und der Zwischenraum von einem solchen Gewinde bis zum andern, der Schraubengang genennet. Man pflegt auch dergleichen Gewinde und Holkähle in einer cylindrischen Cavität anzubringen, und daraus eine innere Schraube zu machen, und wenn diese beyde Gattungen von Schrauben

der-

dergestalt proportionirt sind, daß das Gewinde der einen sich in der Holkähle, oder denen Gängen der andern bewegen kan, und so hinwiederum von dieser Seite gegen jene, so nennet man die ausgehölte sodenn die Schrauben-Mutter.

Wenn man nun einen Blick auf die 3te und 4te Figur *Tab. VIII.* thut, so wird man so gleich gewahr, daß das Gewinde einer Schraube, wenn man nur allein denjenigen Ort betrachtet, der die Gewalt des Widerstandes aufnimmt, nichts anders sey, als eine an der Grund-Linie der Waltze befindliche schiefliegende Fläche, die sich um solche Waltze herum windet; ingleichen daß diese Fläche um so viel mehr abhängig sey, je kleiner die Schraubengänge sind, und wenn also eine Schraube sich in ihrer Schrauben-Mutter herum drehet, so sind solches zwey schiefliegende Flächen deren eine auf der andern herab gleitet. Die Höhe einer jeden Windung ist durch die Entfernung eines jeglichen Gewindes von dem andern bestimmet, und die Länge wird von dieser Höhe und dem Umfang der Schraube gegeben; denn wenn man eines von diesen Gewinden, a b *Fig. 3. Tab. VIII.* mit seinem Gange abwickeln könte, so würde man den Triangel a b c bekommen.

Wenn man sich dieser Maschine bedienen will, so befestiget oder appliciret man eins von denen beyden Stücken (die Schraube oder Schrauben-Mutter,) an dem Widerstand, der überwältiget werden soll, und das andere Stück dienet diesen statt eines Ruhe-Puncts: wenn man nun hernach herumdrehet, so veranlasset man, daß entweder die Schrauben-Mutter um die Schraube herum, oder diese in der

Schrauben-Mutter, nach ihrer Länge hinab, bewegt werde, und dasjenige, was dieser Bewegung widerstehet, rücket um so viel vor- oder rückwärts. Bey denen Schraubestöcken derer Schlosser z. E. wird der eine von beyden Backen durch die Würckung einer Schraube gegen den andern hingetrieben, in welchen sich ein Loch befindet, wodurch die Schraube gestecket wird; es muß also, wie man deutlich siehet, die Kraft völlig herum gehen, wenn der Widerstand um einen Gang näher kommen soll, das ist, von einem Gewinde bis zum andern. Wenn man demnach voraus setzet, daß die Kraft unmittelbar an dem Umfang der Schraube applicirt sey, so ist a c der Raum, den sie durchwandert, oder ihr Grad der Geschwindigkeit, und b c ist der Raum des Widerstandes; weil man aber gemeiniglich die Schrauben, und sonderlich die grossen, mit Hebeln, oder etwas dergleichen, herum drehet, so legt die bewegende Kraft einen weitern Weg zurück, als wenn sie unmittelbar die Schraube bewegte, und also deutet a c nicht mehr ihre Geschwindigkeit an, sondern der Umkreiß eines Circkels, dessen Hebel, D E, der Halbmesser ist, giebt dieselbe zu erkennen. Man kan demnach überhaupt fest setzen, daß bey dem Gebrauch derer Schrauben, wenn man nicht auf die Frictionen siehet, die Kraft, in dem Fall des Gleichgewichts sich zu dem Widerstand verhalte, wie sich die Höhe des Ganges b c zu dem Umkreiß verhält, den das äusserste Ende des Hebels beschreibt durch welchen man würcket, das ist, im gegenseitigen Verhältniß derer Geschwindigkeiten.

Nach

Nach der Beschaffenheit der Materie, woraus man die Schrauben verfertiget, und nach der verschiedenen Gewalt, so sie unterstützen müssen, giebt man denen Gewinden verschiedene Gestalten, also daß sie öfters wincklicht, wie in der 3ten Figur, oder viereckicht, wie in der 4ten Figur, sind. Diese letztern lassen sich gemeiniglich bey grossen metallenen Schrauben anbringen, die zu Pressen und Schraubestöcken gebraucht werden. weil sie weniger Frictionen haben. An die höltzernen Schrauben hingegen macht man wincklichte Gewinde, um ihnen das Vermögen desto besser zu erhalten; denn in Ansehung dieser Gestalt haben sie eine breitere Grundfläche an der Waltze, worauf sie sich befinden. Eben dergleichen Gestalt giebt man auch denen Holtz-Schrauben, ich meyne denen kleinen eisernen Schrauben, welche spitzig zulaufen und ihre Schrauben-Mutter selbst in dem Holtz ausbohren müssen; Diese muß man ebener massen, wie das gedrehete Ende an denen Bohrern, als Keile ansehen, die sich herum drehen, deren Winckel um so viel leichter eine Oefnung in das Holtz macht, zu spitziger er ist.

Unter einer grossen Anzahl von Maschinen, deren vornehmstes Stück eine Schraube ist, finden sich sonderlich zwey, die eine ansehnliche Stelle bekleiden: die eine ist diejenige berühmte Schraube, welche seit bey nahe 2000. Jahren von dem ARCHIMEDES, ihren Urheber, den Nahmen führet, und bey vielen Gelegenheiten mit grossen Nutzen kan gebraucht werden, das Wasser empor zu heben; die andere ist die Schraube ohne Ende, welche darum so genannt wird, weil ihre Action nach einerley Seite hin bestän-

dig dauret, wider die Art derer gewöhnlichen Schrauben, die sich in einer Schrauben-Mutter bewegen, und aufhören sich herum zu drehen, wenn sie nach ihrer völligen Länge fortgerückt sind.

Die Schraube des Archimedes ist aus einer gegen den Horizont schief liegenden Waltze zusammen gesetzt, die sich an 2. Zapfen, A und B, herum drehet, *Fig. 5. Tab. VIII.* und aus einem Canal oder Röhre, so jene in Gestalt einer Schnecken Linie umgiebt. Ein schwehrer Cörper, der an die Oefnung c des Canals gelegt ist, fällt vermöge seines eigenen Gewichts in d, und wenn man die Schraube herum drehet, so gehet der Punct d, der Röhre, auf den Punct e, und der bewegliche Cörper, den sein Gewicht allezeit an dem niedrigsten Ort zurück hält, befindet sich auf dem Punct f in der Röhre, welche eine halbe Wendung gemacht hat, und bis in g gelanget ist. Wenn man nun also fortfähret, so macht man, daß er die Schraube der Länge nach, von unten bis oben hinaus, durchwandert, mithin also ein Cörper, vermittelst dieser künstlichen Maschine, vermöge eben derselben Kraft, die ihn sonst herab treibt, anietzo in die Höhe steigen kan. Wenn der unterste Theil dieser Schraube in das Wasser gestellet wird, so kan man leicht erachten, daß gedachte Röhre sich nach dem Maaß, wie sie herum gedrehet wird, anfüllen, und durch den obersten Theil einen Ausfluß zuwege bringen müsse.

Weil sich diese Maschine an zwey Zapfen bewegt, so kan sie durch eine mittelmäßige Kraft herum gedrehet werden, dafern sie nur für sich selbst recht im Gleichgewicht stehet: man kan sich aber derselben fast zu nichts weiter bedienen, als nur das Wasser auf eine mittel-

mäßige Höhe empor zu heben, wenn man z. E. einen gewissen Strich von Erdreich austrucknen will weil diese Schraube, da sie nothwendig schief liegen muß, das Wasser nicht sehr weit in die Höhe bringen kan, wofern sie nicht zugleich sehr lang, und solcher gestalt auch sehr schwehr gemacht wird, mithin also in Gefahr geräth, sich zu biegen und ihr Gleichgewicht zu verlieren.

Dasjenige, was man gemeiniglich die Schraube ohne End nennet, ist eine zusammen gesetzte Maschine, aus einer Schraube, deren Waltze, oder mittlerer Stab, immerzu überein auf zwey Zapffen, die sich an denen beyden äussersten Enden befinden, herum lauft: die Gewinde von dieser Schraube, welche zum öftern viereckigt sind, treiben, indem sie herum gedrehet werden, ein verticales Rad, in dessen Zähne sie eingreifen. Dieses Rad hat an seinem Mittelpunct eine Rolle mit einer Schnure, an welcher man die Last, welche in die Höhe soll gezogen werden, eben so, wie an dem Baum eines Haspels, befestiget. Siehe die 6te Figur *Tab. VIII.*

Man kan vermittelst dieser Maschine, mit einer gar geringen Kraft, einen sehr grossen Widerstand überwältigen, nur erfordert dieser Vortheil viele Zeit: denn es muß die Schraube sich völlig einmal herum drehen, wenn ein Zahn von dem Rad fortrücken soll, und es müssen alle Zähne also fortgetrieben werden, wenn man die Rolle einmal herum drehen will, daß demnach, wenn derer Zähne 100. sind, und der Durchmesser der Rolle 4. Zoll beträgt, die Kraft F den Handgriff 100 mal muß herum drehen, wofern der Widerstand P nur einen Schuh hoch soll empor gehoben werden. Es er-

eignen sich aber auch viele Gelegenheiten, bey welchen dergleichen Langsamkeit die Haupt-Absicht ist, die man sich vorsetzet, als wenn man z. E. die Bewegung von einem Räderwerck mindern will, oder einen Cörper von einer sehr kleinen Grösse, die man eben nicht genau wissen muß, vorwärts oder zurück bringen.

Ich habe in diesen Abschnitt, gleichwie im vorhergehenden, beständig von denen Frictionen abstrahiret, damit ich bloß und allein auf diejenigen Würckungen sehen möchte, die von einer jeden Maschine, wie sie an sich selbst betrachtet ist, herrühren: inzwischen ist es doch nöthig anzumercken, daß es sich bey dem Gebrauch der Schraube und des Keils öfters ereigne, daß die Haupt-Würckung bloß von denen Frictionen herrühret, und daß, wenn man in der Praxi unterlassen solte auf diese Gattung des Widerstandes zu sehen, alsdenn sehr wenige Fälle vorkommen würden, wo die einander entgegen gesetzte Kräfte einiger massen genau möchten können mit einander verglichen werden. Zwey Beyspiele werden diese Anmerckung so gleich bestärcken. Wenn man einen Keil mit einer Gewalt, die 100. Pfund gleich ist, zwischen ein Klotz, das nur etwas aufgerissen ist, getrieben hat, so verbleibet die Reaction oder Schnellkraft des Holtzes immer überein, wenn man gleich aufhöret gegen dasselbe zu würcken. Warum kommt also der Keil nicht von sich selbst wieder zurücke, wenn er nicht sehr stumpf ist? bloß darum, weil er dem Druck des Holtzes, das ihn zurück zu treiben suchet, die Friction seiner Oberfläche entgegen setzet, welche der Kraft, wodurch diese ist hinein getrieben worden, gleich ist, oder sie auch wohl gar übertrift. Wenn man die beyden Backen eines Schraubestocks mit der

Schraube

Schraube zusammen gezogen hat, so befindet sich der Widerstand in dem Augenblick mit der Kraft im Gleichgewicht, so bald man aufhöret die Schraube herum zu drehen: in Ermangelung der Friction der Schraube in ihrer Schrauben-Mutter müste die geringste Gewalt die Backen des Schraubestocks wieder von einander treiben können, gleichwol geschiehet solches auch nicht durch die grösseste Gewalt, und eben darinnen bestehet der Haupt-Vortheil, den man von diesem Werckzeuge zu gewarten hat.

Der dritte Abschnitt,

Von denen Seilen.

Die Seile sind lange und biegsame Cörper zuweilen einfach, öfters aber aus mehreren Fasern oder Fäden, von einer animalischen, vegetabilischen, der mineralischen Materie, zusammen gesetzt. Die Ketten selbst müssen, in Absicht auf die Art, wie man sie bey denen Maschinen gebraucht, als Seile angesehen werden: denn, ohnerachtet ihre Structur gantz anders ist, so haben sie doch die wesentlichen Eigenschaften derer Seile, nemlich die Länge und die Biegsamkeit, wodurch sie zu eben dergleichen Gebrauch geschickt gemacht werden.

In der Hebe-Kunst gebraucht man gemeiniglich die Seile, 1) die Richtung der Bewegung zu verändern, als wenn man z. E. ein Gewicht an einer Rolle durch das Vermögen eines andern herabgehenden Gewichts empor hebt; 2) um die Kraft oder den Widerstand einen vortheilhaftern oder bequehmern Ort zu versetzen;

also wird z. E. ein Schiff von einem an dem Ufer befindlichen Pferd vermittelst eines Seiles fortgezogen, welches sonst fast auf keine andere Weise von demselben würde können in Bewegung gesetzet werden; 3) um alle Gattungen von beweglichen Cörpern zusammen zu fügen, zu binden und zu befestigen, die von sich selbst aus einander zu gehen und sich zu trennen suchen, oder durch eine äusserliche Gewalt genöthiget werden, sich von einander zu entfernen, oder zu verrücken.

Die Seile können an und vor sich selbst die Intensität derer Kräfte, welche gegen sie würcken, oder gegen die man dieselben würcken lässet, weder vermehren, noch vermindern; es mag also das Seil, womit man eine Glocke läutet, funfzehen Klaftern, oder nur eine bis zwey haben, so braucht der Läuter weder mehr noch weniger Gewalt dabey anzuwenden. Das Vermögen eines Pferdes ist überein, es mag nun an einen grossen oder kleinen Strang ziehen: weil aber ein Seil allezeit dicker oder länger, und daher auch schwehrer ist, so krümmet es sich, wenn es nicht eben in einer verticalen Richtung seine Würckung äussert, ist auch dabey weniger biegsam, mithin sind die Schwehre, die Krümme und die Unbiegsamkeit derer Seile nichts anders, als Widerstände oder Unbequehmlichkeiten, welche ein grösseres Vermögen von Seiten der Stärcke erfordern, und worauf man ohnumgänglich in der Praxi zugleich mit rechnen muß.

Wir haben bereits angemercket, als wir von denen Brunnen gehandelt, woraus man das Wasser vermittelst zweyer Eymer schöpfet, die wechselsweiß auf- und nieder gehen, daß das Seil zu der Zeit, da es auf der einen Seite länger ist, als auf der andern, die Last vermehre,

nehre, und daß solche Vermehrung sehr merklich werde, wenn die Tiefe des Brunnen oder unterirrdischen Orts sehr groß ist: Eben dieses kan man von denen Lasten sagen, die man in die Höhe ziehet, indem die Seile, oder Ketten, deren man sich bedienet, die Last, gegen welche man würcket, mit ihrer eigenen Schwehre vermehren.

Der Widerstand, welcher von der Schwehre derer Seile herrühret, wächset nach dem Verhältniß, wie ihre Dichtheit, oder die Quantität der Materie zunimmt. Indem man sie nun als Waltzen betrachtet, so muß man, bey gleichen Längen den Unterschied ihres Gewichts nach dem Quadrat des Durchmessers schätzen. Wenn man z. E. an statt eines Seils, das 30. Pfund wiegt, und einen Zoll im Durchmesser hat, ein anderes von gleicher Länge und Beschaffenheit auflegt, das zweymal so dicke ist, so wird dieses letztere 120. Pfund wiegen, das ist, viermal so viel als das erstere, weil sein Durchmesser doppelt so starck ist.

Es wird aber bey dem Gebrauch derer Maschinen die Summe derer Widerstände nicht allein durch das Gewicht des Seils vermehret, sondern es geschiehet auch noch sehr oft, daß, indem man dasselbe krumm werden lässet, es dadurch veranlasset daß die Kraft eine Richtung annimmt, die nicht so vortheilhaft ist, als sie sonst seyn würde, wenn das Seil vollkommen gerade verbliebe. Wenn man eine Last auf einer schief liegenden Fläche fortziehet, so haben wir bereits gezeiget, daß das Vermögen der Kraft so groß sey, als es nur immer seyn kan, wenn es parallel gegen die Fläche gerichtet ist, wie A B, *Fig. 1. Tab. IX.* Es ereignen sich aber viele Gelegenheiten, wo das Seil, indem es we-

gen seiner Länge und Schwehre krumm wird, wie A E B, die Würckung der Kraft gegen die Fläche herab neiget, und dieselbe um so viel schwächet.

Die Länge des Seils allein kan ohne die Schwehre einige Veränderung in der Richtung der Kraft zuwege bringen. Denn wenn dasselbe mit dem Erdreich einen Winckel macht, in Absicht auf die Erhöhung der Kraft, so macht es denselben um so viel grösser, je kürtzer es ist, und ohnerachtet von denen beyden Linien A C und A D, *Fig. 1. Tab. IX.* die eine so wenig, als die andere, der Fläche F G parallel ist, so entfernet sich inzwischen dennoch die erstere weiter von den parallelismo, als die letztere. So oft demnach eine bewegende Kraft vermittelst eines Seils, oder einer Kette, an einen Widerstand wird appliciret werden, so wird man nicht auf deren Richtung, oder natürliche Neigung sehen dürfen, sondern auf diejenige, welche durch die Kette oder das Seil angedeutet wird, durch welche das Vermögen dieser Kraft anjetzo fortgeführet wird.

Die Härte und Unbiegsamkeit derer Seile, wenn sie an der Bewegung derer Maschinen Antheil haben, ist ein Umstand, an dessen Erkenntniß gar sehr viel gelegen ist; es rühret dieselbe hauptsächlich her von der Schwehre, oder von der Kraft, welche die Seile anziehet, von ihrer Dicke, von der Weite ihrer Krümmung, und von der Geschwindigkeit, mit welcher man sie bieget. Der Herr AMONTONS ist der erste, welcher diesen Theil der Hebe-Kunst, davon man vor seiner Zeit nur einen verwirrten und undeutlichen Begriff hatte, methodisch abgehandelt hat x). Er hat die Wichtigkeit dessel-

x) In denen Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften, auf das Jahr 1699. pag. 217.

desselben hinlänglich zu erkennen gegeben, indem er gewiesen, das in denen gewöhnlichsten Fällen nur allein die blosse Unbiegsamkeit derer Seile den Widerstand, gegen welchen man die bewegende Kraft soll würcken lassen, um $\frac{1}{5}$ vermehre, und er lehret uns aus der Erfahrung, daß 1) der durch die Unbiegsamkeit derer Seile erregte Widerstand in einem geraden Verhältniß nach denen Gewichten oder Kräften, wodurch jene gespannet erhalten werden, allezeit zunehme. 2) Daß eben derselbe Widerstand noch ferner sich vermehre, wie der Durchmesser derer Seile sich vergrössert. 3) Daß die Seile sich immer schwehrer biegen, nach dem Maaß, wie die Waltzen, oder Rollen, darüber man sie hinlaufen läsfet, immer kleiner werden, ohnerachtet dieser letztere Widerstand sich nicht um so viel vermehret, als die Durchmesser sich vermindern.

Das erste Experiment.

Vorbereitung.

Man befestiget an der Decke eines Zimmers, oder an einen jeglichen andern unterstützten Ort, zwey gleich-lange Schnuren A und B, *Fig. 2. Tab. IX.* die 5. oder 6. Zoll weit von einander herab hängen, und ein kleines Bretgen, C D, schwebend erhalten, worauf man Gewichte legt.

Diese beyde Schnuren winden sich auf eben der Seite, wo sie herab gehen, jegliche einmal um eine Waltze, E F, herum, und in der

Mitte

Mitte derselben lässet man ein Band oder dünne Schnure denen erstern beyden entgegen herum laufen, und befestiget an dem untersten Ende derselben eine Wage-Schale, welche man so lange mit Gewichten beschwehret, bis sie anfängt die Waltze von oben nach unten zu herum zu drehen, wie man an der dritten Figur *Tab. IX.* sehen kan. Bey diesen Experimenten bedienet man sich etlicher paar Schnuren, die allesamt von einerley Materie, aber von verschiedenen Durchmessern sind, und leicht gegen einander können verglichen werden: die Waltze muß allezeit von einerley Schwehre seyn, ob man gleich ihre Dicke verändert; und damit das Band oder die Schnure, so in f herab hängt, immerzu in einerley Entfernung von dem Punct e (*Fig. 3.*) bleibe, so nimmt man in der Mitte etwas von der Waltze ab; oder man pflegt auch wohl, indem man das Vermögen des an dem Band oder Schnure aufgehängten Gewichts schätzet, zugleich mit auf die Entfernung des Puncts f von dem Punct e zu sehen, ob sie sey grösser worden.

Bey diesem ersten Experiment ist der Durchmesser derer Schnuren von 3. Linien, und der Waltze ihrer von einem halben Zoll; das Täfelgen oder Breigen aber wird anfänglich

sänglich mit 20. Pfund, und nachhero mit 40. Pfund beschwehret.

Würckungen.

1) Wenn die Schnuren durch ein Gewicht von 20. Pfund angezogen sind, so muß das Gewicht E aus 45. Ungen bestehen, wenn es anfangen soll die Walze abwärts zu bewegen.
2) Wenn man die Schnure mit einem Gewicht von 40. Pfund anziehet, so giebt die Walze erst einem Vermögen von 90. Ungen nach.

Erklärungen.

Die Waltze suchet sich vermöge ihres eigenen Gewichts, oder desjenigen, welches in f würcket, herab zu sencken: wenn sie nun etwas zurück hält, so kan solches nichts anders seyn, als die Schnure, welche auf beyden Seiten um sie herum gewunden ist: diese Hinderniß würde aber dennoch keine Hinderniß seyn, wofern die Schnure vollkommen biegsam wäre, und sich ohne alle Schwierigkeit herum biegte, indem so dann alle ihre Theile sich allmählig würden um die Waltze herum legen, und dieselbe gantz frey von dem höchsten Ort bis zu dem niedrigsten herab gehen lassen. Solchemnach rühret aller Widerstand, der anfänglich denen 45. Ungen nachgab, von der Unbiegsamkeit derer Schnüren her, welche durch die Gewichte C D angezogen sind; und weil diese Unbiegsamkeit mit nichts anders als mit 90. Ungen, kan überwältiget werden, wenn das Gewichte, welches dieselbe herfür bringet, von 20, bis auf 40. steiget, so lässet sich daher erweisen, daß sie, wie wir bereits gesagt haben, in geraden Verhältniß derer Kräfte, so

Die

die Schnuren anziehen, zunehme; denn 45. verhält sich zu 90. eben so, wie sich 20. zu 40. verhält.

Das zweyte Experiment.

Vorbereitung.

Man gebraucht anfänglich ein paar Schnuren, deren Durchmesser von 2. Linien ist: diese werden durch ein Gewicht von 20. Pfund angezogen, und umgeben eine Waltze, die einen halben Zoll im Durchmesser hat.

Hernach bedienet man sich eines andern Paars von Schnüren, die nur halb so starck sind, als die vorigen, denen man eben denselben Grad der Spannung zuwege bringt, und sie um eben dieselbe Waltze herum gehen lässet.

Würckungen.

In dem ersten Fall muß man 30. Untzen haben, um die Unbiegsamkeit derer Schnuren zu überwältigen, in dem zweyten aber braucht man deren nur 15.

Erklärungen.

Wenn die Schnure sich bieget, so muß ihr Durchmesser, welcher der Oberfläche der Waltze, um die er herum gehet, parallel ist, als ein Hebel betrachtet werden, der seinen Ruhe-Punct auf der Waltze selbst hat: je grösser nun dieser Durchmesser ist, je weiter ist die

Kraft,

Kraft, oder das Gewichte, welches die Schnure anzie-het, von diesem Ruhe-Punct entfernet, nnd desto mehr widerstehet folglich derselbe der Schwehre der Waltze, oder derjenigen Schwehre, die er in g *(Fig. 3.)* empor hält. Oder man kan auch wohl den Durchmesser der Schnure und der Waltze so ansehen, als ob sie nur einen eintzigen Hebel ausmachten, dessen Mittel-punct der Bewegung sich in e befände, und sodann siehet man leichtlich, daß, indem der Arm e f überein bleibet, e h aber länger wird, die Kraft, welche in L würcket, um so viel mehr Vermögen haben würde, um diejenige Kraft zu überwältigen, die in g herab zie-het. Wenn man nun die Unbiegsamkeit auf solche Weise betrachtet, so siehet man alsobald, warum man, wenn ihr Durchmesser verdoppelt wird, auch dasjenige Gewicht verdoppeln müsse, welches die Waltze herab-wärts zu ziehen suchet. Man siehet auch gleicher Ge-stalt, warum diese Gattung des Widerstandes nicht nach dem Verhältniß der Festigkeit der Schnuren zu-nehme, wie man sonst wohl glauben könte, sondern le-diglich nach dem Verhältniß derer Durchmesser, wie wir solches in unserer Proposition fest gesetzet haben.

Das dritte Experiment.

Vorbereitung.

Wenn die Schnuren 3. Linien im Durch-messer haben, und durch ein Gewicht von 60. Pfund angezogen werden, so bedienet man sich erstlich einer Waltze die 1. Zoll, und nach-

hero einer andern, die einen halben Zoll im Durchmesser hat.

Würckungen.

Die Unbiegsamkeit derer Schnuren wird bey der ersten Walze durch 135. Unzen, und bey der zweyten durch 114. Unzen überwältiget, daß sie nachgeben muß.

Erklärungen.

Wenn die Schnuren und die Gewichte, wodurch jene gespannt erhalten werden, überein bleiben, so kan ihre Unbiegsamkeit bloß durch den Durchmesser der Waltze, um welche sie sich herum winden, verändert werden. Wenn die Waltze kleiner ist, so muß sich die Schnure mehr biegen, und weil dergleichen Krümmung überhaupt eine Hinderniß abgiebt, daß die Waltze sich nicht so leicht herabwärts bewegen kan, wie wir bey dem ersten Experiment gezeiget haben, so muß eine grössere Krümmung nothwendig den Widerstand vermehren. Man könte veranlasset werden zu glauben, es müsse der halb so grosse Durchmesser der Waltze eben dieselbe Schnure noch einmal so sehr unbiegsam machen, als sie vorher gewesen; das Experiment zeiget aber, daß dieses Verhältniß nicht statt habe, indem 135. Unzen bey weiten noch nicht so viel betragen, als 114. zweymal genommen, gleich wie die in dem zweyten Fall gebrauchte Waltze, in Ansehung der Grösse ihres Durchmessers, derjenigen, die in dem ersten Fall ist gebraucht worden, zweymal gleich kommt.

An-

Anwendungen.

Dasjenige, was wir durch die vorhergehende Experimente bewiesen haben, muß bey dem Gebrauch derer Rollen, derer Haspel, Spillen, u. d. gl. zur Richtschnur dienen. Alle diese Maschinen können nicht anders gebraucht werden, als mit Seilen, oder, deutlicher zu reden, die Seile sind ein wesentlicher Theil dererselben. Wenn man nun unterlassen würde auf ihre Unbiegsamkeit zugleich mit zu sehen, so würde man ohnstreitig in sehr merckliche Irrthümer verfallen, und der Fehler in der Rechnung würde sich fürnemlich in denenjenigen Fällen äussern, wo es am meisten daran gelegen ist, daß man sich nicht betrüge, das ist, bey recht grossen Würckungen, weil die Seile alsdenn ohnumgänglich dicke und sehr starck gespannet seyn müssen.

Man muß demnach darauf bedacht seyn, 1) daß man die grossen Rollen denen kleinern vorziehe, wenn es der Raum verstattet, nicht allein weil ihre Achsen eine geringere Friction haben, indem sie nicht so oft herum laufen müssen, sondern auch weil die Seile, welche um dieselben herumgehen und sie bewegen, eine kleinere Biegung darauf erleyden, und folglich auch ihnen weniger Widerstand entgegen setzen. Diese Betrachtung ist von einer so grossen Folge in der Praxi, daß wenn man die Unbiegsamkeit des Seils nach der Regel des Herrn AMONTONS *) schätzet, es so dann gantz deutlich erhellet, daß im Fall man eine Last von 800. Pfund mit einem Seil von 20. Linien

*) In denen Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften, auf das Jahr 1699. p. 227.

im Durchmesser, und einer Rolle die nur 3. Zoll hoch wäre, empor heben wolte, man die Kraft mit 212. Pfund würde vermehren müssen, um die Unbiegsamkeit des Seils zu überwältigen; da hingegen diese Gattung des Widerstandes, bey einer Rolle von einem Schuh im Durchmesser, einem Vermögen von 22. Pfund nachgeben würde, wenn sonst alles andere in seiner gehörigen Ordnung ist.

Man kan hieraus urtheilen, daß die zusammen- oder übereinander gesetzte Rollen niemals diejenige völlige Würckung haben können, die von einer gleichen Anzahl und Einrichtung von Hebeln, so sie vorstellen, erfolgen müste; denn bey dergleichen Gattungen von Maschinen werden die Seile vielmals herum geschlungen, und obgleich die Kräfte, wodurch sie angezogen werden, um so viel weniger die Achsen beschwehren, je grösser die Anzahl derer Rollen ist, so vermehret man inzwischen dennoch ohnumgänglich den Widerstand, der von der Unbiegsamkeit derer Seile herrühret, weil es kein eintziges Seil giebt, das vollkommen biegsam wäre.

Diese Verdrießlichkeit, welche allen zusammengesetzten Rollen gemein ist, äussert sich noch mercklicher, wenn die übereinander stehende Rollen immer kleiner seyn müssen, damit das Seil Raum behalte, sich frey zu bewegen, und sich weder berühren noch reiben dürfe. Denn wir haben durch das dritte Experiment gezeiget, daß das Seil sich nicht so leicht beuge, wenn es um eine Waltze von einen kleinen Durchmesser herum geschlungen ist; solchemnach sind die zusammengesetzten Rollen, welche allesammt einerley Grösse haben, in denenjenigen Fällen billig vorzuziehen, wo

die

die kurtz vorher angeführte Ursache nicht durch andere wichtigere widerlegt wird.

Diejenigen Personen, welche gewohnt sind, sowohl mit dem Fuß, als mit dem Bogen zu drechseln, wissen schon aus eigener Erfahrung, wie nöthig es sey, daß man eine rechte Gleichheit zwischen der Dicke der Schnure und desjenigen Stückes beobachte, daß man abdrehen will! unterlässet man dieses, so kan man niemals etwas zartes zwischen zwey Spitzen verfertigen, weil die Gewalt, so man anwenden muß, um die Unbiegsamkiet der Schnure zu überwältigen, am meisten auf das Stück gehet, welches man herumlaufen lässet: dieses aber kan dasselbe nicht ausstehen, als in so fern es aus einer festen Materie bestehet, und da sich eine allzudicke Schnure sehr geschwinde erhitzet und abnutzet, wenn sie um ein sehr dünnes Stuck herum gehet, so erhellet am deutlichsten hieraus, wie schwehr sich dieselbe bewegen müsse.

Diejenigen Seile, deren man sich bey denen Maschinen bedienet, die bestimmet sind, daß sie grosse Gewalt beweisen sollen, müssen dauerhaft seyn, weil sie nicht anders, als mit grossen Kosten, können verfertiget und ausgebessert werden, sie müssen auch geschickt seyn einen starcken Widerstand zu thun, weil sie sonst entweder gantz unnütze seyn oder zu verdrießlichen Zufällen Gelegenheit geben würden. Diese beyde Eigenschaften sind aber gar schwehr mit einer grossen Biegsamkeit zu vereinigen, weil sie nicht leicht anders zu erlangen sind, als durch eine beträchtliche Dicke, und durch einige Zubereitung, die nothwendig eine Unbiegsamkeit verursachet.. Die grossen Seile, deren man sich bey dem Bauen bedienet, und noch viel-

mehr diejenigen, so man bey der Schiffarth gebraucht, würden mit mehreren Vortheil und grösserer Bequemlichkeit können angebracht werden, wenn man nur ein Mittel zu erfinden vermöchte, dieselben leichter und biegsamer zu machen, ohne daß ihnen die nöthige Stärcke benommen werde, oder etwas an ihrer Dauerhaftigkeit abgienge. Die Wahl derer Materien, die Art solche zu zubereiten und zu bearbeiten, müssen ohnstreitig gar vieles zu dieser Würckung mit beytragen; hingegen setzet man etwas gar zu sehr aus der Acht, das dennoch genau solte wahrgenommen werden, und solches bestehet darinnen, daß man auf eine gehörige Gleichheit zwischen denen Seilen und derjenigen Gewalt sehe, die sie unterstützen sollen, daß man sie zwar starck genung erwähle, damit nichts daran abgehe, jedennoch aber in dieser Absicht nichts überflüssiges zulasse, weil diese übermäßige Stärcke gemeiniglich auch eine Vermehrung der Schwehre, der Unbiegsamkeit und derer Kosten mit sich führet, die man doch mit Nutzen erspahren kan.

Die Verfertigung derer Seile ist bisher fast gäntzlich solchen Arbeitern überlassen worden, die meistentheils nicht viel verstehen, nur nach der blossen Ubung und Gewohnheit dabey verfahren, und sich damit begnügen, daß sie dasjenige auf eine knechtische Weise wiederholen, was andere vor ihnen gethan haben; gleichwol aber ist diese Sache von genungsamer Wichtigkeit, daß sie allerdings die Aufmercksamkeit derer Gelehrten verdiente, und man muß in der That vollkommen vergnügt seyn, wenn man siehet, daß sich würcklich einige von denenjenigen damit beschäftigen, die ihre Zeit denen höhern Speculationen entziehen,

wel-

welche mehr als zu oft ohne Nutzen sind, um sie auf solche Sachen zu wenden, die mehr auf die Beförderung der Wohlfahrt der menschlichen Gesellschaft abzielen. Der Herr DUHAMEL DU MONCEAU arbeitet würcklich an einer Beschreibung der Kunst die Seile zu verfertigen, damit er einen Theil von denen Absichten erfüllen möchte, wozu ihm die Pflichten derjenigen Stelle, so er bekleidet, da er General-Aufseher des Seewesens ist, Anlaß gegeben haben. Dasjenige, was er hiervon in denen Versammlungen der Academie abgelesen, und die Experimente, die man seit einigen Jahren in verschiedenen unserer Häfen von ihm gesehen hat, sind schon hinlänglich, um uns voraus zu überzeugen, daß dieses Werck nicht in einer blossen Erzehlung desjenigen bestehe, was man gewöhnlicher massen hierbey vorzunehmen pflegt, sondern, daß es vielmehr eine Sammlung von neuen und nützlichen Unterweisungen enthalte, welche dieser Kunst annoch diejenige Vollkommenheit zu wege bringen können, die ihr zur Zeit noch ermangelt.

Nachdem wir nun von der Unbiegsamkeit derer Seile, und von der Art, wie man den daher bey denen Maschinen erfolgenden Widerstand berechnen soll, gehandelt haben, so ist noch etwas übrig zu gedencken von ihrer Stärcke, und von denen Veränderungen, die sie anzunehmen fähig sind, wenn sie wechselsweiß trucken und feucht werden.

Die Seile und Schnuren, welche in der Hebekunst am meisten gebraucht werden, und wovon hier hauptsächlich die Rede ist, sind Zusammenfügungen vieler Fäsergen, die man aus Pflantzen, wie den Hanf, oder aus dem Thier-Reich, wie die Seide, oder gewisse

Därme, zu nehmen pflegt, und in den Stand setzet, daß sie können gesponnen werden. Wenn diese Fäsergen für sich selbst lang genung wären, so würde man sich vielleicht begnügen, daß man sie nur zusammen legte und in Gestalt gantzer Büschel unter einen gemeinschaftlichen Uberzug fest mit einander vereinigte. Diese Art die Seile zu verfertigen, hätte vielleicht als die einfältigste können angesehen werden, und die am meisten geschickt ist, ihnen die allernöthigste Eigenschaft, nemlich die Biegsamkeit, zu erhalten; weil aber alle oben angezeigte Materien nur eine sehr eingeschränckte Länge haben, so hat man ein Mittel gefunden sie zu verlängern, und zwar durch das Spinnen, das ist, indem man sie dergestalt zusammendrehet, daß die erstern, nachdem sie sich zum Theil mit denen andern vereiniget, gleichermassen von denen darauf folgenden umfasset und zurück gehalten werden. Die Friction, welche aus dieser Art der Vereinigung entstehet, ist so starck, daß die Fäsergen eher zerrissen, als daß sie sich der Länge nach solten wieder aus einander ziehen lassen; und solchergestalt entstehen die erstern Fäden, aus deren Zusammenfügung eine Schnure oder Strick wird, und aus verschiedenen solchen wieder vereinigten und zusammen gedreheten Stricken bereitet man die dicksten Seile.

Man kan leichtlich urtheilen, daß die Qualität derer Materien vieles zu der Stärcke derer Seile mit beytrage: ingleichen kan man auch gar wohl begreiffen, daß aus einer grösseren Anzahl von Schnuren oder Stricken, die überein dicke sind, ein festeres Seil entstehen müsse, das schwehrer zu zerreissen ist, gleich wie eine grössere Anzahl von Fäden einen Strick zu

wege

wege bringt, der grössern Widerstand thut. Welches ist nun aber die vortheilhafteste Art, die Fäden oder Schnüre mit einander zu vereinigen? verschaffet wol das Winden, oder Drehen, wodurch man diese Zusammensetzungen derer Fäden zu verbinden pflegt, denen Seilen mehrere Stärcke, als sie sonst haben möchten, wenn die Theile, woraus sie bestehen, nur bloß in Gestalt derer Büschel wieder zusammen vereiniget wären? Dieses lässet sich nicht so gar leicht entdecken. Wenn man zwar dem Vorurtheil hiervon solte Glauben beymessen, so scheinet es, daß die Entscheidung dieser Frage vor das Zusammendrehen ausfallen möchte, weil auf solche Weise eine genauere Vereinigung unter denen Zusammensetzenden Theilen herfür gebracht wird, und die Stärcke des zusammengesetzten Stücks von dieser Vereinigung herzurühren scheinet.

Es finden sich aber auch so gar verschiedene scheinbare Ursachen, wodurch manche Gelehrte sind bewogen worden, in dieser Absicht eben so zu urtheilen, wie der gemeine Mann zu thun pflegt. Man weiß überhaupt, daß die Stärcke eines Cörpers von der Dichtheit oder Härte, wie auch von seiner Dicke herrühre: nun macht das Zusammendrehen ein Seil allezeit dicker, als es sonst seyn würde, wenn seine Fäden oder Schnuren nur an denen Seiten zusammen gelegt wären, indem es eine ausgemachte Sache ist, daß wenn man 5. oder 6. Fäden zusammen drehet, diese Verbindung allezeit kürtzer und dicker werde; solchemnach gewinnet es also das Ansehen, als ob diese Dicke, so mit einigen Verlust der Länge ist erhalten worden, einen Cörper so fest machen müsse, daß er nicht so leicht möchte können zerrissen werden.

Auf-

Ausser diesem, so macht auch das Drehen, daß die Fäden eine solche Richtung annehmen müssen, die schief nach der Länge des Seils hinlaufen, das aus ihnen entstehet, und da die Stärcke eines Seils sich nach der Länge desselben äussert, so folget, daß die Kraft, welche dasselbe gespannet hält, nur schief gegen die Fäden würcke, mithin also dieselben deßwegen desto mehr in dem Stande sind zu widerstehen, weil eine Würckung die schief gehet, nicht so starcken Nachdruck hat, als diejenige, so gerade gehet.

Allen diesen Wahrscheinlichkeiten ohnerachtet, hat dennoch die Erfahrung den Ausspruch gethan, daß diese Art die Seile zu verfertigen, die man beybehalten hat, und in Ansehung anderer Absichten gantz bequem und vortheilhaft ist, dennoch ihre Stärcke eher vermindern, als vermehren. Es erhellet dieses auf eine sehr deutliche Art aus einer besonders curieusen Abhandlung des Herrn von REAUMUR *), worinnen diese Materie zum erstenmal scheinet erläutert zu seyn, und aus welcher ich die Beweißthümer, so ich nunmehro beybringen werde, hergenommen habe.

Das vierte Experiment.

Vorbereitung.

Man suchet sich einen Strang Zwirn aus, dessen Fäden so gleich sind, als es nur immer möglich ist, schneidet sich verschiedene Stücke dar:

*) In denen Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften auf das Jahr 1712. pag. 6.

daraus, und probiret ihre Stärcke, indem man so lange bekannte Gewichte daran hänget, bis sie zerrissen. Wenn man nun versichert ist, wie viel sie einzeln tragen können, ohne daß sie zerrissen, so drehet man deren 2. 3. 4. u. s. w. zusammen, damit eine kleine Schnure daraus werde, an welche man ebenermassen Gewichte hängt, um zu erfahren, wie viel dieselbe davon zu tragen im Stande sey. Siehe die 4te Figur *Tab. IX.*

Würckungen.

Die zusammen gedreheten Fäden, es mögen ihrer gleich wenig oder viel seyn, können niemals ein Gewicht halten, das der Summe derjenigen gleich kömmt, die sie einzeln gehalten haben.

Erklärungen.

Wenn der bey unsern Experiment gebrauchte einfache Faden eine Stärcke hat, die 6. Pfunden gleich kömmt, so werden 2. von diesen Fäden, C, und D, ohnfehlbar die Summe von 12. Pfunden halten können; um aber diese Würckung zu erhalten, muß die Gewalt zwischen beyden gleich eingetheilet seyn, also, daß ein jeglicher nur die Helfte der gantzen Summe zu tragen hat, nemlich 6. Pfund.

Um die Nothwendigkeit dieser Bedingung desto deutlicher zu zeigen, wollen wir uns einbilden, als wären die beyden Gewichte von 6. Pfunden, E und F,

(*Fig. 4. Tab. IX.*) zusammen vereinigt, und zwar solchergestalt, daß $\frac{2}{3}$ von der gantzen Summe derer 12. Pfund an dem Faden C hangen, und $\frac{1}{3}$ an dem Faden D; der erstere von diesen Fäden wird alsobald zerreissen, weil er dem zu Folge, was wir voraus gesetzt haben, nur 6. Pfund, und nicht 8. Pfund, halten kan. So bald er aber durch diese übermässige Gewalt wird zerrissen seyn, so wird der andere auch zerreissen, weil er allein mit dem gantzen Gewicht wird beläſtiget seyn, von dem er vorhero nur die Helfte halten konte. Solchemnach erhellet nun, daß ohnerachtet ein jeglicher von diesen beyden Fäden einer Gewalt von 6. Pfunden widerstehen kan, dennoch beyde zusammen keineswegs 12. Pfund halten können, dafern sie nicht überein gleich beschwehret sind. Wenn aber die beyden Fäden zusammen gedrehet sind, so erfolgt dieses gantz ohnstreitig, daß einer von ihnen mehr, als der andere, gedrehet, und also auch das Vermögen des Gewichts ungleich zwischen ihnen eingetheilet ist; daher geschiehet es, daß sie niemals zusammen die 12 Pfund halten können, die sie doch, wenn sie von einander getheilet wären, würden gehalten haben.

Es findet auch noch eine andere Ursache von dieser Würckung statt, welche darinnen bestehet, daß man die Fäden anziehet und spannet, indem sie also zusammen gedrehet werden, und diese Spannung vereiniget sich mit einem Theil der Gewalt des Gewichts, das sie sonst halten können. Solchemnach sind sie nicht mehr in dem Stande so viel Widerstand zu thun, als sonst hätte geschehen können, ehe sie noch zusammen gedrehet waren.

An=

Anwendungen.

Da die Ancker-Seile, und andere starcke Stricke, die man so wohl auf denen Schiffen, als bey dem Bauen gebraucht, allezeit aus verschiedenen kleinern Stricken oder Schnuren, und diese hinwiederum aus einer gewissen Anzahl mit einander vereinigter Fäden zusammen gesetzt sind, wie die bey unsern letzten Experiment, so erhellet es deutlich hieraus, daß man von denenselben nicht alle denjenigen Widerstand erwarten dürfe, den sie sonst würden leisten können, wofern sie durch das Zusammendrehen nichts von ihrer Stärcke verlohren hätten; und diese Betrachtung ist um so viel desto wichtiger, da zum öftern das Leben einer grossen Menge Menschen von diesem Widerstand abhänget.

Wenn nun aber das Zusammendrehen derer Fäden überhaupt die Stricke schwächer macht, wie wir nunmehro gezeiget haben, so muß man sie nothwendig allezeit mehr schwächen, je mehr man sie zusammendrehet; und diese Aufmercksamkeit solte man billig überall in denen zum Dienst des Seewesens errichteten Fabriquen einführen, daß man nemlich die Stricke nicht weiter zusammendrehen solle, als so viel zur Verbindung derer Theile, durch eine hinlängliche Friction, vonnöthen ist. Es wäre gar wohl zu wünschen, daß man deßfals denen Arbeitern eine Regel vorschreiben, und sich zugleich auf ihre Geschicklichkeit sie zu begreifen, und auf ihre Sorgfalt in deren Beobachtung, hinlänglich verlassen könte.

Wenn man mit verschiedenen Seilen zu einerley Zeit eine grosse Gewalt beweisen muß, so wird der

glück-

glückliche Fortgang eines solchen Vorhabens öfters dadurch gehindert, daß man sie nicht überein gleich lässet anziehen, und alsdenn zerreisset eins nach dem andern, vermöge derer oben angeführten Ursachen, und setzen diejenigen in Gefahr, welche sie angelegt haben. Der gleiche Zug derer Seile, welche mit einander einerley Gewalt beweisen sollen, ist nicht allemal so leicht zu erhalten, als er gleichwol ohnumgänglich erfordert wird: es ist dieses einer von denen gewöhnlichsten Fällen in der Hebe-Kunst, als in welcher die Geschicklichkeit und die Wissenschaft desjenigen, der eigentlich operiret, eben so viel zu einen glücklichen Fortgang beyzutragen pflegt, als die Kräfte, die er dabey würcken lässet.

Was die Veränderungen anbelangt, welche die Seile in Ansehung der Trockenheit oder Feuchtigkeit erleyden können, so rühren solche hauptsächlich von der Materie her, und von der Art, wie sie gemacht sind; ich werde mich aber hier nur bloß bey denen merckwürdigsten, und die sonst von einiger Wichtigkeit bey dem Gebrauch derer Maschinen sind, aufhalten.

Alle Seile, die aus vielen zusammen gedreheten Fasern, Schnüren oder Stricken bestehen, pflegen sich aufzublehen und dicker zu werden, wenn das Wasser in dieselben eindringet, und hingegen nehmen sie auch noch gerade in etwas an der Dicke ab, wie sie allmählig trucken werden; indem sie aber dicker werden, so verlieren sie einen Theil von ihrer Länge, und drehen sich ein wenig auf. Dieses sind zwey schon vorlängst bekannte Begebenheiten, die ich mehrmals durch folgendes Experiment bestätiget habe.

Das

Das fünfte Experiment.

Vorbereitung.

Ich befestige an der Decke eines Zimmers, oder an einem andern festen Ort, Schnüren von Hanf, Darm-Saiten, u. d. gl. an deren untersten Ende ich Gewichte, H und K, *Fig. 5. Tab. IX.* aufhänge, die nur in so weit starck genung sind, daß sie jene gespannet halten können, und nach unten zu, gantz nahe gegen das Bretgen I L, spitzig sind. An dem Ende einer jeden von denen Schnüren, unmittelbar über dem Gewicht, befestige ich einen kleinen Zeiger von Pappe, g, oder h, der einen geraden Winckel mit der Schnure macht, die ich hernach, vermittelst eines Schwammes, oder auf andere Art, von einem Ende bis zum andern anfeuchte.

Würckungen.

Man bemercket 1) daß die Schnüren kürtzer werden, weil die Gewichte, welche sie gespannet erhalten, sich ein wenig über das Bretgen in die Höhe ziehen, und 2) daß sie sich aufdrehen, welches die Bewegung des Zeigers zu erkennen giebt, der sich allmählig von der rechten Seite nach der lincken hinwendet.

glückliche Fortgang eines solchen Vorhabens öfters dadurch gehindert, daß man sie nicht überein gleich lässet anziehen, und alsdenn zerreisset eins nach dem andern, vermöge derer oben angeführten Ursachen, und setzen diejenigen in Gefahr, welche sie angelegt haben. Der gleiche Zug derer Seile, welche mit einander einerley Gewalt beweisen sollen, ist nicht allemal so leicht zu erhalten, als er gleichwol ohnumgänglich erfordert wird: es ist dieses einer von denen gewöhnlichsten Fällen in der Hebe-Kunst, als in welcher die Geschicklichkeit und die Wissenschaft desjenigen, der eigentlich operiret, eben so viel zu einen glücklichen Fortgang beyzutragen pflegt, als die Kräfte, die er dabey würcken lässet.

Was die Veränderungen anbelangt, welche die Seile in Ansehung der Trockenheit oder Feuchtigkeit erleyden können, so rühren solche hauptsächlich von der Materie her, und von der Art, wie sie gemacht sind; ich werde mich aber hier nur bloß bey denen merckwürdigsten, und die sonst von einiger Wichtigkeit bey dem Gebrauch derer Maschinen sind, aufhalten.

Alle Seile, die aus vielen zusammen gedreheten Fasern, Schnüren oder Stricken bestehen, pflegen sich aufzublehen und dicker zu werden, wenn das Wasser in dieselben eindringet, und hingegen nehmen sie auch noch gerade in etwas an der Dicke ab, wie sie allmählig trucken werden; indem sie aber dicker werden, so verlieren sie einen Theil von ihrer Länge, und drehen sich ein wenig auf. Dieses sind zwey schon vorlängst bekannte Begebenheiten, die ich mehrmals durch folgendes Experiment bestätiget habe.

Das

Das fünfte Experiment.

Vorbereitung.

Ich befestige an der Decke eines Zimmers, oder an einem andern festen Ort, Schnüren von Hanf, Darm-Saiten, u. d. gl. an deren untersten Ende ich Gewichte, H und K, *Fig. 5. Tab. IX.* aufhänge, die nur in so weit starck genung sind, daß sie jene gespannet halten können, und nach unten zu, gantz nahe gegen das Bretgen I L, spitzig sind. An dem Ende einer jeden von denen Schnüren, unmittelbar über dem Gewicht, befestige ich einen kleinen Zeiger von Pappe, g, oder h, der einen geraden Winckel mit der Schnure macht, die ich hernach, vermittelst eines Schwammes, oder auf andere Art, von einem Ende bis zum andern anfeuchte.

Würckungen.

Man bemercket 1) daß die Schnüren kürtzer werden, weil die Gewichte, welche sie gespannet erhalten, sich ein wenig über das Bretgen in die Höhe ziehen, und 2) daß sie sich aufdrehen, welches die Bewegung des Zeigers zu erkennen giebt, der sich allmählig von der rechten Seite nach der lincken hinwendet.

Erklärungen.

Das Wasser ziehet sich eben so in die Schnüren, wie es in alle löcherichte (poreuse) Cörper eindringet; es treibet ihre Theile aus einander, und aus dieser Ursache wird die angefeuchtete Schnure dicker. Da aber die Theile einer Schnure lauter Fasern sind, die durch das Zusammendrehen genöthiget werden, daß sie unzehligmal kreußweiß übereinander hinlaufen; und sich deßwegen nicht von einander entfernen können, ohne daß sie gleichsam einen Bauch machen, und ihre äussersten Ende sich näher zusammen ziehen solten; so geschiehet es daher, daß die gantze Schnure hierbey etwas kürtzer wird. Die Theilgen des Wassers, welche die zwischen denen Fäsergen befindliche kleine Zwischenräume eröfnen, erweitern auch diejenigen, so sich zwischen denen zusammen gedreheten Fäden befinden, und diese Ausdehnung macht, das die Schnure ein wenig lockerer wird.

Das merckwürdigste hierbey ist, daß diese Würckungen erfolgen, obgleich die Gewichte vorhanden sind, welche die Schnuren angespannet halten, wie denn auch diese Gewichte ziemlich schwehr seyn können. Dieses ist eines von denen Beyspielen, die man anführen kan, um zu zeigen, daß sehr geringe Kräfte, wenn sie vervielfältiget werden, grosse Gewalt zu äussern vermögen. Ein Experiment, das für sich schon curieus genung ist, und jetzo gleich soll beygebracht werden, wird gantz deutlich zeigen, wie ein flüssiges Wesen, das sich in eine Schnure hinein ziehet, dieselbe kürtzer machen könne, indem es sie vergrössert, wenn sich gleich eine gantz beträchtliche Kraft solcher Würckung entgegen setzt.

Das

Das sechste Experiment.

Vorbereitung.

A, B, C, *Fig. 6. Tab. IX.* sind Blasen, die durch kleine Stücken von Röhren, welche zu ihrer Vereinigung dienen, Gemeinschaft mit einander haben. D ist ein Gewicht von 30. Pfund, welches auf dem Fuß der Maschine ruhet, wenn die Blasen leer sind.

Würckungen.

Wenn man durch das Röhrgen, so sich in E befindet, diese Blasen mit Luft anfüllet und aufbläset, so dehnen sie sich aus, und das Gewicht erhebet sich um etliche Zoll.

Erklärungen.

Die Luft, welche in diese Blasen gebracht wird, dehnet sie aus einander; es können sich aber die Seiten AA, BB, CC, nicht von einander entfernen, ohne daß die äussersten Ende derer Blasen nicht solten näher zusammen kommen, und daß die gantze Zusammenfügung nicht solte kürtzer werden und zugleich das Gewicht nöthigen sich empor zu begeben.

Um aber recht zu begreiffen, wie man nur durch das Aufblasen ein so beträchtliches Gewicht könne empor heben, so muß man bedencken, daß sich das gesamte Vermögen der eingeblasenen Luft an der gantzen Oberfläche derer Blasen ausbreite und gantz gleich vertheile, und die Oefnung des Röhrgens E e nur einen sehr klei-

nen

nen Theil dieser Oberfläche einnehme: wenn es nun z. E. nur $\frac{1}{1000}$ davon einnimmt, so ist alsdenn der Widerstand, welcher sich seinem Mundloch entgegen setzet, und den man überwältigen muß, wenn man die Luft durch das Blasen hinein bringen will, nur der tausendste Theil von 30. Pfunden.

Die Seiten b A b, und c A c, *Fig. 6. Tab. IX.* an einer von diesen Blasen, stellen ziemlich genau Fäsergen für, woraus die Stricke bestehen; gleichwie diese die Luft ausdehnet, so werden die andern durch die Feuchtigkeit aufgetrieben, und grosse Gewalt zu äussern veranlasset.

Anwendungen.

Dasjenige, was sich bey denen Seilen ereignet die man naß machet, zeiget sich ebener massen in Ansehung derer gezwirnten Fäden, die man als kleine Stricke betrachten muß, man mag sie nun gleich so einzeln gebrauchen, oder zusammen wircken und ein Gewebe daraus machen. Daher kommt es, daß die neue Leinwand allemal etwas eingehet, wenn sie zum erstenmal gebleichet wird; und überhaupt wird man gewahr, daß alle Zeuge sich zusammen ziehen, wenn man sie anfeuchtet. Diejenigen, welche aus zweyerley Arten von Fäden verfertiget sind, die von verschiedenen Seiten gegen einander laufen, ziehen sich ungleich zusammen, und machen daß die Wercke, wozu sie eigentlich sollen gebraucht werden, eine üble Gestalt annehmen. Die gestrickten und gewirckten Strümpfe und Handschuhe lassen sich sehr schwehr an- und ausziehen, wenn sie naß sind; diese Schwierigkeit rühret bloß von dem Eingehen und Zusammenziehen her, das durch die Theilgen

des

des Wassers ist verursachet worden, welche die Fäden aufgetrieben haben, indem ausser diesem eine dazwischen gebrachte flüssige Materie nur allein dazu dienen würde, daß sie desto leichter auf der Haut könten fortgezogen werden.

Dieses Mittel, die Seile durch das Anfeuchten kürtzer zu machen, würde in gewissen Fällen zu einem grossen Behuf dienen. Man sagt, (und es ist eine Nachricht, die schon vielen Beyfall erhalten hat,) daß als man zu Rom, unter der Regierung des Pabsts Sixtus des fünften, einen Egyptischen ungeheuren Gedächtnißpfeiler (Obeliscus) aufrichten wollen, und der Baumeister, der solches unternommen, als er bemerckt, daß die Seile etwas zu lang gewesen, darüber bestürtzt worden, und sich nicht gleich zu helfen gewust, jemand unter dem Haufen gerufen habe: Machet die Seile naß! und daß solches Mittel, als es versucht worden, vollkommen glücklich angegangen. Damit ich nun von der Gewißheit dieser Begebenheit völlig möchte überzeuget werden, so habe ich die Curiosität gehabt, einige Wercke durchzusehen, in welchen alles dasjenige sehr ausführlich vorgestellet ist, was Dominicus Fontana auf Befehl des Pabsts, vom Jahr 1586. bis zu Ende des Jahrs 1588. vorgenommen hat, um 4 solche alte Gedächtnißpfeiler aufzurichten, die unter dem Schutt begraben waren; nemlich den in den Vatican, welcher vor die St. Peters-Kirche gestellet wurde; einen andern, der vormals ein prächtiges Grabmal (Mausoleum) des Augusti abgegeben hatte, und vor die St. Rochus-Kirche gestellet wurde; endlich noch zwey andere, die sich ehemals in dem grossen Renn-Kreiß befunden, und davon der eine heut zu Tage vor der Kirche

St. Johannis in Lateran, der andere aber vor der Kirche St. Maria del Popolo stehet. Bey allen meinen Nachforschungen habe ich nicht ein Wort von naß gemachten Seilen gefunden, kan aber inzwischen unmöglich glauben, daß dieser sonderbare Umstand in denen gedachten Beschreibungen, die sonst in allen Stücken sehr ausführlich und weitläuftig sind, solle seyn ausgelassen worden. Ich werde mir daher lieber einbilden, es sey diese Begebenheit als eine geheime und unbekannte anzusehen, deren Möglichkeit jedoch von niemand ist streitig gemacht worden, und von der man aus denen oben angeführten Experimenten kan überzeuget werden.

Bey dieser Gelegenheit ist zugleich noch anzumercken, daß die naß gemachte Seile, indem sie sich in etwas zusammen ziehen, nur in so fern starcke Widerstände überwältigen können, wenn sie aus Materien verfertiget sind, die vor sich selbst nicht leicht einer Verlängerung fähig sind, wie z. E. die Fasern derer Vegetabilien, oder die Seide. Wenn man demnach Darmsaiten naß macht, so wird man dieselben, ohnerachtet sie sich aus denen oben angeführten Ursachen zu verkürtzen suchen, dennoch ohnstreitig verlängern und ausdehnen, wenn man sie mit einer gewissen Kraft anziehet, weil die Fäsergen, woraus sie zusammen gesetzt sind, sich nach allen Seiten hin ausdehnen lassen, und zwar alsdenn um so viel desto mehr, je stärcker ihre Bigsamkeit alsdenn durch die Feuchtigkeit vermehret wird.

Weil die Feuchtigkeit und die Trockne gantz offenbar in die Seile und Schnüren würcken, so hat man sich bemühet einigen Nutzen daraus zu ziehen, um den Zustand des Dunstkreisses nach dieser Absicht zu erforschen.

schen. Diese Instrumente, welche man *Hygrometræ* nennet, und denen man gar verschiedene Gestalten gegeben hat, bestehen hauptsächlich in einer Schnure von Hanf, oder einer Darm-Saite, welche uns anzeigen, ob mehr oder weniger Feuchtigkeit in der Luft vorhanden sey, indem sie sich verlängern und verkürtzen, oder auch wohl, indem sie sich auf- und zudrehen. Das gemeinste unter allen wird aus einem Strick von 10. oder 12. Schuhen gemacht, den man an einem von dem Regen bedeckten, aber doch der freyen Luft ausgesetzten Ort, in einer horizontalen Stellung, gantz schwach ausspannet: an die Mitte desselben wird ein messingener Drat gehänget, an dessen untersten Ende sich ein gantz kleines Gewicht befindet, das statt eines Zeigers dienet, und auf einem in Zolle und Linien abgetheilten Maaßstab die Grade der Feuchtigkeit zeiget, indem es sich in die Höhe ziehet, und die Grade der Trockene, indem es niedersincket. Siehe die 7de Figur *Tab. IX.*

Man verfertiget auch öfters Hygrometra aus einem Stück einer Darm-Saite, das man mit einem Ende an etwas dichten befestiget, und an dessen andern senckrecht herabgehenden Ende sich ein kleines Queerhöltzgen befindet, welches sich nach dem Maaß wie eine Magnet-Nadel, auf dem Umkreiß eines Circkels die Grade der Trockene und Feuchtigkeit zeiget. Siehe die 8te Figur *Tab. IX.* Oder man stellet auch wohl auf die beyden äussersten Ende des kleinen Queerhöltzgens zwey aus Pappe oder Schmeltz verfertigte menschliche Figuren, davon die eine in ein kleines Häußgen, das zwey Schwibbogen hat, hinein, und die andere heraus gehet, wenn die Trockene oder Feuchtigkeit veranlasset, daß sich die Saite herum drehet, wobey man

auch derjenigen Figur einen kleinen Regen-Schirm kan zu tragen geben, welche durch die Bewegung der Saite veranlasset wird, heraus zu gehen, wenn die Feuchtigkeit zunimmt. Siehe die 9te Figur *Tab. IX.*

Die Hygrometra, welche auf diese, oder eine andere derselben gleichkommende Art verfertiget werden, da man die Schnure verdecket um ihnen das Ansehen eines Geheimnisses zu geben, dienen zu nichts weiter, als zu einem Zeitvertreib für die Kinder, und man darf sich keineswegs die Hofnung machen, daß sie die würckliche Beschaffenheit des Dunstkreises, in Ansehung der Feuchtigkeit und Trockene, werden zu erkennen geben, weil man sie in verschlossenen Zimmern aufbehält, und weil die Schnure, oder Darm-Saite, welche gleichsam die Seele dererselben ist, wie in einem Futteral verborgen steckt, wo sich die Luft nur sehr wenig, oder gar nicht, verneuret.

Mit einem Wort, es zeiget das beste von diesen Instrumenten gar nichts weiter, wofern die Schnure nicht feucht oder trocken ist: denn 1) gehet die Feuchtigkeit, welche einmal in dieselbe hinein gedrungen ist, nur nach und nach wieder heraus, und zwar nachdem die Lage des Orts ist, ingleichen nachdem sich mehr stille oder windige Witterung äussert; wie es denn auch gar öfters geschiehet, daß der Dunstkreiß bereits einen grossen Theil seiner Feuchtigkeit verlohren hat, ehe die Schnure einige Anzeigung davon geben kan 2) Alles, was man von einem aus einer Schnure bestehenden Hygrometro erwarten kan, bestehet darinnen, daß es zu erkennen giebt, ob sich einen Tag mehr oder weniger Feuchtigkeit, als den andern, in der Luft befinde; und

dieses

dieses weiß man schon aus so vielen andern Kennzeichen, daß es gantz unnützlich ist; eine Maschine zu verfertigen, die sonst gar nichts weiter, als dieses, andeutet. Hingegen würde ungleich mehr daran gelegen seyn, daß man erfahren könne, um wie viel sich die Feuchtigkeit oder Trockene von einer Zeit zur andern vermehre oder vermindere, und wie man diese Arten von Instrumenten so einrichten möchte, daß sie mit einander können verglichen werden; allein ohne diesen Vortheil, den die aus Schnüren bestehende Hygrometra wahrscheinlicher Weise niemals erlangen werden, verdienen dieselben kaum, daß man sie mit in die Zahl derer meteorologischen Instrumenten setze.

Die zehende Vorlesung.

Von der Natur und denen Eigenschaften der Luft.

Es giebt wenige Materien, an deren Erkenntniß uns so viel gelegen ist, als an der Luft ihrer. Dieses flüssige Wesen, in welches wir von dem ersten Augenblick unserer Geburth an gleichsam versencket sind, und ohne welches wir nicht leben können, verdienet ohne Zweifel die Aufmercksamkeit aller denckenden Wesen, welche dieselbe einathmen; seine beständige Würckung gegen unsere Cörper hat grossen An-

theil an denen verschiedenen Zuständen, darein sie versetzet werden, und wir haben ohne Unterlaß von denen Veränderungen, deren dasselbe fähig ist, etwas zu hoffen, oder zu befürchten. Vermittelst derer Eigenschaften und derer Einflüsse der Luft verschaffet die Natur allen dem, was sie zu unserer Nothdurft und zu unsern Gebrauch herfür kommen lässet, das Wachsthum und die Vollkommenheit; durch Beyhülfe der Luft theilet sie die Quellen der Fruchtbarkeit aus und versetzet sie in verschiedene Theile des Erdbodens. Die bewegte Luft ist so zu reden die Seele der Schiffarth; durch Beyhülfe des Windes gehen Schiffe, die man als so viel schwimmende Städte ansehen könte, von einem Ufer des grossen Welt-Meeres, bis an das andere; man siehet auch vermittelst derer selben täglich solche Nationen Handlung mit einander treiben, von denen es sonst das Ansehen haben solte, daß sie wegen der Entfernung derer Oerter, einander gantz unbekannt bleiben würden. Der Schall, die Stimme, die Rede selbst, sind nichts anders, als eine erregte Luft, ein modificirter Hauch, wovon unsere Gedancken aufgefasset und fortgeführet werden, und welche das Vermögen haben, die Leydenschaften zu erregen und zu besänftigen *). Dergleichen wunderbare Würckungen können keines weges mit einer Gleichgültigkeit wahrgenommen werden; der Verstand, welcher sie zu bewundern geschickt ist, kan bey dem Vergnügen, daß er die Ursachen davon erkennet, nicht unempfindlich bleiben.

Man

*) *Ipse aër nobiscum videt, nobiscum audit, nobiscum sonat; nihil enim eorum sine eo fieri potest.* CICERO de Nat. Deor. Lib. II. Cap. 33.

Man mag sich an einem Ort des Erdbodens begeben, an welchen man will, es sey nun, daß man das Clima verändere, oder sich von denen niedrigsten Orten auf den Gipfel derer höchsten Berge verfügt, so befindet man sich allezeit in der Luft: Man weiß keinen Ort noch einige Zeit, da es an diesen flüßigen Wesen gefehlet hätte, und diese Betrachtung giebt uns die Freyheit zu glauben, daß die von uns bewohnte Erdkugel von allen Seiten mit Luft umgeben sey, und diese Gattung eines Uberzugs so man gemeiniglich den Dunstkreiß nennet, hat solche bestimmte natürliche Würckungen, und so grossen Antheil an dem mechanismo der Natur, daß man daher vollkommen überzeuget ist, es müsse dieselbe mit den Erdboden ihren Anfang genommen haben, und auch in Zukunft so lange dauren, als derselbe bestehen wird.

Es hat die Luft unter der Gestalt des irrdischen Dunstkreisses solche Eigenschaften, die ihr nicht mehr zukommen, wenn man nur einen kleinen Theil derselben betrachtet, und wenn man von allen frembden Materien abstrahiret, die sich mit derselben vermischen können. Weil nun diese Eigenschaften nicht gerade aus der wesentlichen Beschaffenheit der Luft herfliessen, sondern vielmehr aus der Grösse und der Gestalt ihrer Masse, ihrer Vermischung mit andern Cörpern, u. d. g. so halte ich dafür, es schicke sich sehr wohl, daß man den Anfang mit der Festsetzung dererjenigen Eigenschaften mache, die sie allezeit unter der eigentlichen Qualität der Luft und ohne einigen Zusammenhang mit denen eben jetzo erwähnten Bedingungen zu haben pflegt.

Der erste Abschnitt.

Von der Luft, wie sie an sich selbst betrachtet wird, in Absicht auf die Grösse und die Gestalt ihrer Masse.

Es ist fast überflüßig zu erwehnen, daß die Luft eine materielle Substantz sey: wenn man die Kinder ausnimmt, die ihrer Vernunft sich noch nicht bedienet haben, oder auch ungeschickte und einfältige Leute, die keine Auferziehung gehabt, und so gar über die gemeinsten Dinge noch niemals einige Betrachtung angestellet haben, so findet sich anjetzo niemand, der nicht in diesem flüßigen Wesen die fürnehmsten Eigenschaften antreffen solte, die einen Cörper bezeichnen, die Ausstreckung, die Theilbarkeit, den Widerstand, u. d. gl. Jederman weiß, daß sie die Bewegung aufnehmen und fortbringen kan; und wenn man sagt, es sey ein Gefäß leer, wenn man das Wasser aus demselben ausgeschüttet hat, so ist solches ein durch die Gewonheit bestätigter Ausdruck, dessen Falschheit oder Unrichtigkeit man überhaupt gar leicht erkennet.

Es haben so wol die alten als die neuern Schriftsteller schon eingesehen, daß die Luft eine Materie sey: diejenigen unter ihnen, welche sie für einen Geist ausgegeben, haben sonder Zweifel diese Redensart in figürlichen Verstande gebraucht, um die Subtilität dieses flüßigen Wesens anzudeuten, oder um zu erkennen zu geben, wie nöthig dasselbe zum Leben derer Thiere, und zum Wachsthum derer Pflantzen sey; oder wenn man

ja

ja diesen Ausdruck nach dem Buchstaben nehmen muß, so wird es schwehr, das lateinische Wort *spiritus* durch das Wort Geist zu übersetzen; es bedeutet eben so wol einen Hauch, als eine bewegte Luft, und man kan sich gewiß versichert halten, daß es von keinen Naturkündiger in einem andern Verstand sey genommen worden. Im übrigen hat die Autorität keinen Nachdruck, wenn sie mit der Erfahrung in einigen Widerspruch stehet; der Gebrauch eines Fechers, oder Windwehers, lässet auch so gar diejenigen Personen, den Widerstand der Luft empfinden, die sich davon am wenigsten zu überzeugen suchen, und wenn wir die Undurchdringlichkeit derer Cörper überhaupt bewiesen haben, so ist zugleich auch die Undurchdringlichkeit der Luft ins besondere durch die beygebrachten Experimente, dargethan worden.

Es haben einige Naturkündiger *) dafür gehalten, es könne wohl ohnfehlbar die Luft nichts anders seyn, als eine Vermischung derer zärtesten Theilgen, welche aus allen andern Cörpern ausdünsten, und die, weil sie allzusehr zertheilet sind, daß sie ihre erste Gestalt nicht wieder annehmen können, deßwegen unter der Gestalt eines besondern flüßigen Wesens beharren, das aus ihnen entstehet. Allein ausser dem, daß diese Meynung auf keine Probe gegründet ist, so hat die Luft lauter beständige Eigenschaften, und unveränderliche Kennzeichen, wodurch sie sich allezeit zu erkennen giebt, die sich

*) OTTO de GVERIKE in Experim. nov. Magdeburg. Lib. II. Cap. 1. & Lib, IV. Cap. 1. BOYLE Experim. phys. mechan. Edit. Genev. 1677. pag. 69. S' GRAVESANDE Physices Elem. mathem. pag. 586. Edit. 1742.

auch ohnfehlbar nach denen Umständen der Zeit und des Orts verändern würden, wofern es seine Richtigkeit hätte, daß dieselben von der Auflösung verschiedener Materien, und von der Zusammenfügung und Vereinigung so vieler Extracte herrühreten. Man kan sich also viel natürlicher vorstellen, daß die Luft eine Gattung einer besondern Substantz sey, deren wesentliche Beschaffenheit unveränderlich ist, daß ihre Haupt-Theile (partes integrantes) gleich geartet sind, oder, daß ihre Bestand-Theile zu allen Zeiten mit einander vereiniget sind, und daher keiner von denen Bemühungen nachgeben, die wir, um sie aufzulösen, anwenden möchten.

Die Flüßigkeit der Luft ist so beschaffen, daß man sie niemals aufhören siehet, so lange nur ihre Theile sich berühren, und ihr aneinanderstossen (Contiguität) nicht durch eine allzugrosse Quantität frembder Materie unterbrochen wird. Wir sehen gemeiniglich, daß die liquores in der Kälte gefrieren; gewisse flüßige Materien, wenn sie zusammen gepresset werden, hören auf zu fliessen, und gerinnen unter derjenigen Gestalt, die man sie annehmen lässet: Hingegen siehet man unter keinen Himmelsstrich (Clima) und in keiner Jahres-Zeit, daß auch nur einiger Theil des Dunstkreisses dichte werde, und die stärckste Zusammenpressung, so man jemals zuwege bringen können, hat niemals die Luft hart oder stille stehend machen können. Gehöret nun also wohl die Flüßigkeit zu ihren Wesen? ist es schlechterdings unmöglich, daß sie dieselbe verliehren solte? Dieses wird man zwar niemals gewahr, es würde aber auch eine Verwegenheit seyn, das Gegentheil, ohne Anführung einiges Beweises, zu behaupten.

Solte

Solte wol diese so beständige Flüssigkeit der Luft bloß und allein von der Flüssigkeit ihrer Theile herrühren, wie ein gewisser gelehrter Chymicus *) dafür gehalten hat? Man wird sich dieses schwerlich vorstellen können, wenn man bedencket, daß das Wasser und einige andere Liquores, die bey einer grossen Kälte aufhören flüssig zu seyn, durch gewisse Cörper hindurch gehen, in welche die Luft nicht eindringen kan **); denn wenn ihre Zartheit derer Theilgen vermögend wären die Flüssigkeit beständig zu erhalten, so müste entweder das Wasser eben so wenig gefrieren, als die Luft, oder es müste die Luft, welche niemals gefrieret, noch viel zärtere und leichter durchdringende Theile haben, als des Wassers seine sind. Nun ist es aber eine durch den Herrn von REAUMUR ***) bereits bestätigte Sache, daß die Luft so wenig durch das angefeuchtete Pappier gehe, als durch einige andere Materien, die sich sonst sehr wohl schicken, das Wasser durchzuseigen, mithin folget also hieraus, daß die Theile der Luft gröber, oder wenigstens nicht so zart sind, als die Theile des Wassers, es müste denn seyn, daß bey den einen die Gestalt dasjenige ersetzte, was bey denen andern die Zartheit thut.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Luft beständig flüssig verbleibe, weil sie vollkommen elastisch ist. Wenn sie nur bloß und allein sich zusammen pressen liesse, so könten vielleicht ihre näher mit einander vereiniate

*) BOERHAAVE in Elementis Chemiæ, Tom. I. p. 230.
**) BOYLE nova Experim. phys. mechan. Edit. Genev. p. 108.
***) In denen Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften auf das Jahr 1714. p. 59.

nigte Theile sich dergestalt nahe berühren, daß sie einen harten Cörper formirten, und es würde sie nichts aus diesem Zustand wieder heraus bringen, wie z. E. der zwischen denen Händen zusammen gedruckte Schnee, die Gestalt und die Consistentz einer dichten Kugel annimmt: aber die Schnellkraft, welche sie haben, suchet beständig die Masse, so sie ausmachen, mehr auszudehnen, weil die stärckste Zusammenpressung solche Kraft nur spannen, nicht aber bezwingen kan. Durch dieses Mittel erhalten also gedachte Theile solche Beweglichkeit, als in welcher eigentlich die Flüßigkeit bestehet.

Man kan sich die Haupt Theile der Luft, als kleine Schnecken-förmig gedrehete und elastische Fäsergen, ihre Zusammenpressung aber ohngefehr als einen Büschel Baumwolle, oder andere gekammte Wolle, vorstellen, dem man einen kleinern Umfang geben kan, wenn man ihn zusammen druckt, der aber immerzu sich wieder in seinen vorigen Zustand zu setzen sucht. Diese Vorstellung ist nichts anders als ein ziemlich grober Entwurf von der Natur der Luft, und ich gestehe gar gern, daß vielleicht hundert gegen einen wetten werden, es hätten die Theile dieses Elements keines wegs diejenige Figur, so ich ihnen zuschreibe, weil ich keine andere Ursache habe zu vermuthen, daß sie also beschaffen sind, als wegen ihrer Biegsamkeit und ihrer Schnellkraft, und daß sie mit hundert verschiedenen Figuren eines Schnecken-förmig gedreheten Fadens können elastisch seyn. Uberdiß, wenn ich diese Meynung mit denen meisten Naturkündigern annehme, so will ich keineswegs sagen, was diese Theile eigentlich sind, sondern bloß und allein was sie seyn können, und es ist etwas leichteres in Ansehung ihrer Gestalt eine Partie

zu erwehlen, als sich in den Stand zu setzen, daß man die wunderbare Schnellkraft, desjenigen flüßigen Wesens, das aus ihnen entstehet, wie auch einige andere Eigenschaften deutlicher zeige, von welchen wir nachhero noch reden werden.

Man sagt gemeiniglich, die Luft sey trucken. Aber warum legt man ihr diese Eigenschaft bey? Geschiehet es vielleicht deßwegen, weil sie die auf der Oberfläche derer Cörper befindliche Feuchtigkeit in die Höhe ziehet? Es ereignet sich in der That sehr oft, daß sie die Stelle eines Schwammes vertritt; aber in vielen Fällen macht sie auch die Cörper feucht, welche sie berühret, weil sich die wässerigen Theile, womit sie beständig mehr oder weniger beschwehret ist, leichter und stärcker, als die Luft selbst zu thun pflegt, an gewisse Materien anhängen. Man bringt das leinene Zeug in die Luft, um es zu trocknen; allein eben dieses Verfahren würde eine dieser gantz entgegen gesetzte Würckung, in Ansehung des Weinstein-Saltzes, oder eines andern Saltzes haben. Daher kommt es, daß die Seile oder Segel, die in dem See-Wasser gelegen haben, nicht leicht an der Luft können getrucknet werden, weil das Wasser an denen auf der Oberfläche befindlichen saltzigen Theilen festhangend bleibet.

Solte man wohl sagen, die Luft sey deßwegen trucken, weil sie nicht so anfeuchtet, wie die liquores? so muß man alsdenn erstlich ausmachen, was durch das Wort anfeuchten eigentlich soll verstanden werden: Wenn es das Anhängen an die Oberfläche derer dichten Cörper bedeutet, so muß man zugestehen, daß die Luft wenigstens eine grosse Anzahl von Materien anfeuchte: denn es ist eine ausgemachte Sache, daß wenn

man

man einen Liquor in ein Gefäß giesset, der die Luft aus demselben heraus treibet, alsdenn allezeit eine Lage von diesen letztern flüßigen Wesen an denen Wänden hangend bleibe, die man gemeiniglich nicht gewahr wird, weil sie sehr zart und durchsichtig ist; sie giebt sich aber zu erkennen, wenn man sie ausdehnet, indem man entweder das Gefäß recht warm machet, oder solches in den Luft-leeren Raum setzet. Und aus dieser Ursache geschiehet es auch, daß ein Barometer, das nicht bey dem Feuer ist gefüllet worden, das ist, wo das Queckſilber nicht in der Röhre gekocht hat, keinen rechten Glantz zeiget, und man darinnen unzehlig viel kleine Luft-Bläßgen gewahr wird, die an dem Glase hangend geblieben sind. Wenn das Anfeuchten denjenigen Eindruck bedeutet, der auf der Haut geschiehet, wenn wir einen Liquor berühren, welcher Eindruck allezeit von demjenigen sehr unterschieden ist, den ein dichter Cörper macht, weil die unter sich selbst beweglichen und sehr aufgelöseten Theile sich in denen Zwischenräumen zusammen drücken und eine viel deutlichere und vollkommenere Berührung zuwege bringen; so kan die Luft in solchen Verstand auch anfeuchten, und wenn wir weniger davon gewahr werden, so rühret solches davon her, weil wir an den Eindruck, welchen sie bey uns zu machen pflegt, schon mehr gewöhnet sind. Ihre Art anzufeuchten ist ohne Zweifel von der Art, wie die liquores sonst benetzen, unterschieden, gleichwie auch diese selbst auf verschiedene Weisen anzufeuchten pflegen: also pflegt z E. der Wein-Geist anders anzufeuchten als das Wasser, und dieses wiederum anders als das Oel; das ist, ihre Application auf die Haut erreget verschiedene Empfindungen.

Seit

Seit dem man durch eine grosse Anzahl bekannter Beobachtungen überzeuget ist, daß die Luft materiell sey, und daß ihre mit einander wieder vereinigte Theile eine widerstehende bewegliche Masse formiren, die vermögend ist andere Cörper zu bewegen, so ist es fast was überflüßiges, wenn man untersuchen wolte, ob sie schwehr sey: denn, ohnerachtet die Schwehre keine wesentliche Eigenschaft der Materie ist, und man dieselbe leichtlich, ohne diese Neigung gegen den Mittelpunct der Erde sich vorstellen kan so können wir inzwischen doch kein einiges Exempel anführen, das uns die Macht gäbe die Luft von diesem allgemeinen Gesetz auszuschliessen, und wir müssen vermuthen, daß sie demselben eben so wohl unterworfen sey, wie alle andere auf dem Erdboden befindliche Cörper, so lange wir nichts finden, wodurch das Gegentheil bewiesen wird.

Statt dessen aber, daß wir einigen Grund finden solten, um der Luft eine absolute Leichtigkeit beyzulegen, so zwingen uns unzehliche Begebenheiten, daß wir ihre Schwehre erkennen müssen. Wir haben deren verschiedene bereits beygebracht, als wir von der Hydrostatick gehandelt, und nun folgen hier noch andere, die solches ohne allen Umschweif beweisen.

Das erste Experiment.

Vorbereitung.

Die erste Figur, *Tab. X.* stellet eine von denenjenigen Pumpen vor, die man gemeiniglich Luft-Pumpen nennet. Ohnerachtet diese Benennung, wenn man sie nach ihren

Ursprung

Ursprung oder Ableitung nimmt, allen Maschinen überein zukommt, die zu denen Experimenten gebraucht werden, welche man mit der Luft anstellet, so wird dennoch durch eine eingeführte Gewohnheit insbesondere diejenige unter diesen Nahmen verstanden, womit man den Luft-leeren Raum machet, das ist, mit welcher man die Luft aus einem Gefäß völlig auspumpet, vermuthlich weil dieselbe berühmter ist als die anderen, und durch deren Beyhülfe eine grosse Menge angenehmer und nützlicher Entdeckungen in dieser Art können gemacht werden. Ihr erster Urheber *OTTO de GOERIKE*, Bürgemeister zu Magdeburg, welcher sie anfänglich zu Regenspurg, im Jahr 1654. bekannt machte. Einige Jahre hernach ließ *BOYLE* eine verfertigen, welche dieser ziemlich gleich war, und nachhero von ihm zu einer grössern Vollkommenheit ist gebracht worden. Der starcke Gebrauch, den der Englische Weltweise von dieser Maschine machte, und der glückliche Erfolg von seinen Experimenten, machten, daß man des teutschen Bürgemeisters, dem man die Erfindung zu dancken hatte, allmählig vergaß, also daß vorjetzo die Haupt-Würckung dieser Pumpe gemeiniglich der Luft-leere Raum des Boyle, (*vacuum Boyleanum*) ge-

genennet wird. Nachdem *HOMBERG* durch das Wachsthum, welches die Natur-Lehre vermittelst dieser künstlichen Maschine in Teutschland und Engelland erhalten hatte, war aufgemuntert worden, und daneben wohl einsahe, was für einen grossen Nutzen sie annoch unter denen Händen derer Gelehrten haben könte, so suchte er allerley Mittel herfür, um sie noch vollständiger zu machen, als sie bisher gewesen war, und die Königliche Academie derer Wissenschaften, davon er ein Mitglied war, ließ vor ohngefehr 45. Jahren, unter seiner Aufsicht, eine solche Maschine verfertigen, die man noch jetzo auf dem Observatorio, unter ihren Instrumenten siehet. Endlich habe ich seit der Zeit, da ich einen solchen Stand erwählet, wobey mir der Gebrauch dieser Pumpe so gemein, als nöthig ist, mich selbst befleißiget, sie dergestalt einzurichten, daß sie noch richtiger, bequehmer, und mehr vermehret war, als sie vorher gewesen. Man wird am besten beurtheilen können, ob ich diese 3. Stücke würcklich geleistet habe, wenn man in denen Abhandlungen der Academie auf die Jahre 1740. und 1741. diejenigen Veränderungen und Vermehrungen lieset, die ich bey dieser Maschine angebracht habe, deren Historie und Beschrei-

bung man daselbst so umständlich und ausführlich finden wird, als ich sie hier nicht beybringen kan.

Ich werde demnach, damit man die Begebenheiten, so ich in dem Verfolg dieser Vorlesung beyzubringen habe, desto leichter verstehen möge, nur so viel melden, daß die Luft-Pumpe, deren ich mich bediene, aus 6. Haupt-Stücken zusammen gesetzt sey, nemlich 1) aus dem Cylinder, oder einer kupfernen Röhre, A; 2) einem Stöpsel oder Stempel, dessen Stange sich in Gestalt eines Steigbügels B endiget, damit er mit dem Fuß könne niedergezogen werden, und zugleich mit einem aufwärts stehenden Arm, daran sich ein Handgrif C befindet, um ihn mit der Hand wieder in die Höhe zu ziehen; 3) einem Hahn, davon man den Schlüssel in D siehet; 4) einem Teller, so mit einem angefeuchteten Leder bedeckt ist, worauf man den Recipienten, oder die gläserne Glocke, E, setzet; 5) aus einem Fuß-Gestell, F G, mit zwey Täfelgen, die man, nach Belieben, hoch und niedrig stellen kan; 6) aus einem Rad, I K L, womit man eine sehr schnelle Bewegung in einen Recipienten bringen kan, nachdem man die Luft unter demselben heraus gezogen hat.

Weil man den Raum unter der Glocke nicht

nicht mit einem mal anziehen von aller Luft entledigen kan, so muß man den Stempel wieder können in die Höhe gehen lassen, ohne daß die Luft, so man unter der Glocke heraus gezogen, und bereits in den Cylinder herab gegangen ist, wieder zurück trete. In dieser Absicht ist der Schlüssel des Hahns auf solche Art durchbohret, daß, wenn man ihn nur zum vierdten Theil herum drehet, alsdenn ein Gang eröfnet wird, wodurch der Stempel, indem er wieder in die Höhe gehet, die in dem Cylinder befindliche Luft von innen heraus treibet, und zu gleicher Zeit aller Zugang von Seiten der Glocke versperret wird; wenn man hernach den Schlüssel wieder in seine vorige Stellung bringet, so ist man in dem Stande, den Stempel von neuen anzuziehen.

Die übrigen Verrichtungen dieser Maschine rühren von der Luft ihren Eigenschaften selbst her, die ich noch erstlich erläutern muß; daher werde ich nicht eher etwas davon erwehnen, bis ich einen hinlänglichen und deutlichen Begriff von diesen flüßigen Wesen werde gegeben haben, gegen welches solche Maschine eigentlich würcket.

Die 2te Figur *Tab. X.* stellet einen gläsernen runden Recipienten, mit einem kurtzen

Hals für, darein ohngefehr 10. Pariser Maaß gehen. Der Hals desselben ist mit einem kupfernen Ring und mit einem Hahn versehen, welcher an eine Schraube passet, die in der Mitte des Tellers von der Luft-Pumpe um einige Linien herfürraget, also daß man sie von aller Luft entledigen, und in diesem Zustand aufbehalten kan.

Die 3te Figur stellet eine sehr leicht bewegliche Wage für, worauf man den von aller Luft entledigten runden Recipienten in das Gleichgewicht bringet; und damit man den Wagebalcken durch die Verminderung der Friction seiner Achse in einer desto grössern Beweglichkeit erhalte, so wieget man den runden Recipienten unter dem Wasser, welches leicht geschehen kan, wenn man Gewichte daran hänget, die ihn gantz hinein zu sincken nöthigen, indem sodann die Wage nur bloß mit der respectiven Schwehre des untergetauchten Recipienten belästiget ist, welche so sehr kan vermindert werden, als man nur will, wie auch mit dem Gewicht, das man in die andere Wage-Schale legt, um jenen in dem Gleichgewicht zu erhalten, wie wir bereits in der 8ten Vorlesung durch die Experimente gezeiget haben, welche den zweyten Satz beweisen.

Wür-

Würckungen.

Wenn man den Hahn an dem angehängten Recipienten öfnet, um die Luft wieder hinein zu lassen, und ihn hernach wieder verschliesset, damit man ihn könne in das Wasser hinab sincken lassen, ohne daß solches hinein dringet, so wird er allezeit etwas schwehrer befunden werden, als das Gewicht auf der andern Seite, mit welchen er vorher im Gleichgewichte war.

Erklärungen.

Dieses Experiment ist das simpelste, und am meisten entscheidende unter allen denenjenigen, deren man sich bedienet, um zu beweisen, daß die Luft eine absolute Schwehre habe, weil man schon voraus weiß, daß bey dem Gebrauch der ordentlichen Wage kein Gewicht könne in die Höhe gezogen werden, ausser durch ein schwehreres Gewicht. Da nun der runde Recipient, so bald er sich mit Luft anfüllet, gleich schwehrer wird, so ist solches ein gewisses Merckmal, daß solche Vermehrung des Gewichts von dem flüßigen Wesen herrühre, daß er wieder aufgefasset hat.

Man wird hier vielleicht einwenden, es erhalte der Recipient dieses neue Gewicht, nachdem er wieder mit Luft angefüllet worden, nicht von der Luft selbst, sondern vielmehr von denen frembden Cörpern, und von denen wässerigen Dämpfen, womit sie beständig angefüllet ist, und die sich mit derselben hinein ziehen.

Allein, ohnerachtet dieser Einwurf, bey dem ersten Augenblick, das vollkommene Ansehen einer gar geringen Schwierigkeit hat, auch fast niemand von denen-

jenigen, die das jetzt-erwähnte Experiment gemacht haben, oder denen dasselbe sonst ist bekannt gewesen, einiges Bedencken deßwegen gehabt hat, so kan ich dennoch nicht läugnen, daß er mir allerdings wichtig geschienen habe, vornemlich als ich aus einigen zu verschiedenen Zeiten gemachten Proben ersehen, daß ein Umfang Luft von 3. oder 4. Maaß, so von ohngefehr aus dem Dunstkreiß genommen worden, allezeit noch Wasser genung enthielt, um eine Untze Weinstein-Saltz feucht und schwehrer zu machen; denn wenn man zu dem Gewicht dieses Wassers auch das Gewicht derer andern Materien setzt, die ohnstreitig mit demselben in eben dem Umfang von Luft ausgetheilet, und von dem Weinstein-Saltz nicht mit verschlucket oder angezogen sind, so könte man leicht verleitet werden zu glauben, daß unter der gesamten Schwehre des vermischten flüßigen Wesens nichts befindlich sey, das zu denen eigentlichen Theilen der Luft gehöre.

Durch diese Betrachtung ist Boerhaave bewogen worden zu behaupten *), es könne die Luft so wenig, als das Feuer, gegen keinen bestimmten Punct des Erdkreisses einige Schwehre äussern. Ich habe mich meines Orts bey dieser Muthmassung gar nicht aufgehalten, und an statt daß ich dieser Schwierigkeit nachgegeben, so habe ich mich vielmehr in den Stand gesetzet, dieselbe durch folgendes Verfahren hinweg zu räumen.

Ich hänge einen mit Luft angefülleten runden Recipienten an die Wage, und erhalte ihn, vermittelst eines bekannten Gewichts, in dem Wasser im Gleichgewicht; hierauf applicire ich, ohne ihn aus seiner Stellung

*) In denen Elementis Chemiæ, Tom. I. pag. 267.

lung zu verrücken, eine Röhre an seinen Hahn, die bis in die Luft-Pumpe gehet, um die Luft aus demselben heraus zu ziehen, und bemercke so denn, daß nach dem Maaß, wie ich die Luft verdünne, die Dämpfe, womit dieselbe beschwehret ist, und die nicht von der Art sind, daß sie sich gleichermassen verdünnen lassen und mit ihr heraus gehen, auf den Boden des Recipienten niederfallen. Auf solche Weise mache ich, daß diese frembde Cörper, von denen man sonst vermuthen könte, daß ihnen der Recipient alle seine Schwehre möchte zuzuschreiben haben, wenigstens grössesten Theils auf den Boden desselben niederfallen müssen, und ich bin gleichsam überzeuget, daß dasjenige, was aus diesem Gefäß heraus gehet, reine Luft sey. Wenn ich nun aber hierauf den Hahn wieder zugedrehet habe, und den von Luft ausgeleerten Recipienten mit dem ersten Gewicht wieder in das Gleichgewicht bringen will, so finde ich ihn bey nahe um eben so viel leichter, als er bey dem ersten Experiment schwehrer war, woraus demnach ohnstreitig folget, daß die Luft vor sich selbst, und ohne Absicht auf die Dämpfe und Ausdünstungen, die mit derselben vermischet sind, das Gewicht eines Gefässes, welches damit angefüllet ist, vermehre.

Anwendungen.

Man kan vermittelst derer jetzt angeführten Experimenten nicht allein von der absoluten Schwehre der Luft versichert werden, sondern auch zugleich erfahren, worinnen ihre besondere und eigene Schwehre bestehe, wenn man einen gewissen Umfang von Luft, dessen Gewicht bereits bekannt ist, mit einem gleichen Umfang einer andern Materie vergleicht, die man

be onders wieget. Ein Exempel wird dieses gleich deutlicher machen.

Wenn ich meinen mit Luft angefülleten und in das Wasser versenckten Recipienten an dem Arm des Wagebalckens in das Gleichgewicht gebracht habe, und ihn darauf leichter mache, indem ich den grössesten Theil der darinnen befindlichen Luft heraus pumpe, so zeiget mir das Gewicht, welches ich hernach zusetze, gantz genau die Schwehre der Luft an, die aus demselben heraus gegangen ist. Hierauf kehre ich sogleich den Recipienten in dem Wasser dergestalt herum, daß die Oefnung desselben gegen den Boden des Gefässes zu stehen kommt, und öfne hernach den Hahn, da sodann das Gewicht des Dunstkreisses eine Portion Wassers in den Recipienten treibet, die der herausgezogenen Portion der Luft gleich kommt. Nach diesen verschliesse ich den Hahn wieder, bringe den Recipienten in seine erstere Stellung, und lege so viel Gewichte auf die Wage-Schale, bis sich alles im Gleichgewicht befindet: das Gewicht, welches ich nun in dieselbe legen muß, zeiget die Schwehre von derjenigen Portion Wassers an, die in den Recipienten eingedrungen ist; wenn ich demnach die beyden Gewichte gegen einander vergleiche, so finde ich das Verhältniß zwischen zwey gleichen Portionen Luft und Wassers. Nach dieser Art zu verfahren hat HAUCKSBEE gefunden, daß die eigene Schwehre der Luft sich zu des Wassers seiner bey nahe wie 1. zu 885. verhalte.

Bey der Erzehlung dieser Experimenten wird man wohl geneigt seyn zu glauben, es sey nichts leichter, als eine solche Vergleichung des Gewichts der Luft,

mit

mit dem Gewicht eines andern flüßigen Wesens, vermittelst der Wage, anzustellen; gleichwol gelanget man erst mit vieler Mühe zu diesen Zweck, und man mag auch gleich noch so grosse Vorsichtigkeit hierbey gebrauchen, so kan doch niemals ein recht gewisser Schluß daraus gemachet werden.

Die Schwierigkeit rühret 1) davon her, daß alle flüßige Wesen, und überhaupt alle Cörper, sich in der Wärme ausdehnen, und in der Kälte zusammen ziehen, also daß die Luft und das Wasser, so man in dem Monat Junius gegen einander vergleicht, diejenige Dichtheit nicht haben, die sie im Monat Januarius zeigen. Diese Beschwehrlichkeit würde nicht von so grosser Folge seyn, wofern diese Materien, indem sie sich ausdehnen oder zusammen ziehen, allezeit einerley Verhältniß unter einander beybehielten; allein, ob es wohl also seyn solte, so kan man dennoch auch diejenigen Veränderungen nicht so leicht entdecken, die sie nach ihren verschiedenen Temperaturen annehmen.

2) Weil es keine vollkommen reine Luft giebt, so findet sich auch kein Wasser, das nicht etwas frembdes in sich enthalten solte; und es mögen einige Schriftsteller sagen was sie wollen, so giebt es dennoch viele Wasser, die bey einerley Grad der Wärme und Kälte dennoch in Ansehung der Schwehre gar mercklich von einander unterschieden sind. Wenn man nun nothwendig wissen muß, was für ein Wasser, oder was für eine Luft man abgewogen habe, so kan man daher überhaupt nur ohngefehr ihr Gewichte angeben.

3) Zeigen uns die Veränderungen des Barometers, daß der Druck des Dunstkreisses nicht allezeit überein sey, und wir werden bald sehen, daß die Luft

ihre Dichtheit verändere, nachdem sie mehr oder weniger zusammen gepresset ist. Es kan sich also zutragen, daß die Portion der Luft, so durch die Weite des Recipienten ist abgemessen worden, zu einer Zeit schwehrer ist, als zu der andern; und eben deßwegen hat HAUCKSBÉE bey der Beschreibung seines Experiments, weder die würckliche Höhe des Queckſilbers in dem Barometer *), noch auch die Witterung hinweg gelassen, bey welcher er dasselbe angestellet; er würde auch ohnfehlbar, an statt daß er bloß den Monat (May) angeführet, zugleich die Temperatur der Luft, nach dem Grad des Thermometers, angezeiget haben, wenn man dazumal dergleichen harmonirende Instrumente eben so, wie heut zu Tage, gehabt hätte.

4) Damit man die Schwehre der Luft desto genauer mit der Schwehre des Wassers vergleichen könne, so muß, indem man die Oefnung des Recipienten, aus dem die Luft ist heraus gezogen worden, hinein taucht, accurat eben so viel Wasser wieder in denselben hinein gehen, als vorher Luft heraus gegangen ist, weil man sonst ausser diesen keine Vergleichung zwischen zwey gleichen Portionen anstellen würde. Nun ist aber bekannt, daß wenn ein Liquor sich in einem leeren Raum befindet, alsdenn die Luft, welche er bey sich führet, sich von ihm loß mache, und über ihn hinauf steige; und in eben diesen Zustand befindet sich das Wasser, welches anfängt in dem Recipienten empor zu steigen, denn es schäumet wegen der Menge derer Luft-Blasen, die aus demselben heraus fahren, und indem diese Luft den ober-

*) Nemlich $29\frac{1}{2}$ Zoll nach Englischen Maaß, das ist, etwas weniger als 28. Frantzösische Zoll.

obersten Theil des Gefässes einnimmt, so verhindert sie, daß nicht so viel Wasser in dasselbe gelanget, als sonst in Ansehung des Luft-leeren Raums, den man darinnen gemacht hat, hinein dringen würde. Man solte demnach das Wasser, dessen man sich bey diesem Experiment bedienet, wohl von der Luft gereiniget haben, und dieses ist allen Ansehen nach bis anhero nicht beobachtet worden, woraus denn folget, daß man die eigene Schwehre der Luft sich etwas grösser vorgestellet habe, als sie in der That ist.

Man darf sich also nicht wundern, daß man so wenig Übereinstimmung bey denen Schriftstellern findet, die dergleichen Experimente angestellet haben; fürnemlich zu solchen Zeiten, da das gantze Verfahren um so viel beschwehrlicher war, je weniger man dazumal von denen Begebenheiten unterrichtet, und mit solchen Mitteln versehen war, damit man sich heutiges Tages helfen kan. GALILÆUS setzte das Verhältniß der Luft gegen das Wasser wie 1. zu 400. der Pater MERSENNE aber wie 1. zu 1346. Welch ein grosser Unterschied ist also dieses! Unter allen Naturkündidern, welche sich bisanhero bemühet haben diese Frage aufzulösen, hat noch keiner die Luft so schwehr befunden, als sie nach dem erstern Erfolg seyn müste, noch auch so leicht, als sie nach dem letztern zu seyn scheinet*): und wenn man das Mittel zwischen beyden nimmt,

*) BOYLE machet in seinen Experimentis physico-mechanicis den Schluß, es sey das gemeine Wasser 938 mal schwehrer als die Luft, und an andern Orten variiret er in Ansehung dieser Schätzung. HOMBEG, nachdem er auch seine Meynung, wie aus der Historie der Academie

nimmt, so scheinet es ziemlich gewiß zu seyn, daß das Regen-Wasser ohngefehr 900 mal schwehrer sey, als die Luft, wenn beyde in einer mittelmäßigen Temperatur genommen werden, nemlich 12. Grad über den Frost bey dem Thermometer, und wenn das Barometer auf 28. Zoll stehet.

Weil die Portionen sich mit denen besondern Schwehren im gegenseitigen Verhältniß befinden, so würde also eine Portion Luft von einer gleichförmigen Dichtheit, die 900. Cubic-Schuhen gleich wäre, erfordert, um einen Cubic-Schuh Wasser, der ohngefehr 70. Pfund schwehr ist, das Gegengewicht zu halten, woraus also folget, daß die absolute Schwehre von einem Cubic-Schuh Luft, ohngefehr 1. Untze und 2. Quenten betrage *).

Da nun die Schwehre der Luft einmal bekannt ist, so darf man sich nicht wundern, warum die Hand an einem kleinen Recipienten, der oben offen ist, hangen bleibe, wenn man vermittelst der Antlia die Luft aus demselben heraus ziehet: denn so lange das Gefäß mit einer eben so dichten Luft, wie die in dem Dunstkreiß befindliche, angefüllet ist, so stützet sich die Hand nicht allein auf den Rand des Gefässes, sondern auch noch auf die Masse des eingeschlossenen fluidi, welches dem äuserlichen

---

mie derer Wissenschaften erhellet, verschiedene mal geändert, hat das Verhältniß der Luft gegen das Wasser wie 1. zu 1087. angegeben; HALLEY wie 1. zu 860. HAUCKSBéE wie 1. zu 885. und MUSCHENBROECK wie 1. zu 621.

*) Der Freyherr von WOLFF sagt in denen Elementis Acrometriae, pag. 741. ein Cubic-Schuh Luft, betrage am Gewicht 1. Untze und 27. Gran.

serlichen Druck widerstehet; wenn man aber das Gefäß von der Luft ausgeleeret hat, so wird die beständig von der äussern Luft angedruckte Hand nur bloß durch den Rand des Recipienten unterstützet, und wenn man sie davon abziehen will, so muß man von unten nach oben zu eine Gewalt anwenden, die vermögend ist, die von oben herabdruckende Luft-Säule hinweg zu bringen. Nun kommt aber die Schwehre dieser Luft-Säule der Schwehre eines Cylinders von Queckſilber gleich, der die Fläche, so sich an dem Rand des Recipienten endiget, zur Grundfläche haben, und 27. bis 28. Zoll hoch seyn würde, wie man bereits aus dem bekannten Experiment des TORICELLI *) gesehen hat.

Hieraus folget also, daß dieser Druck um so viel grösser und empfindlicher sey, je grösser die Oefnung oben in dem Recipienten ist; daher kommt es, daß die Hand ungleich stärcker daselbst angezogen wird, als die Spitze des Fingers, wenn man sie auf das Loch selbst hält, das sich in der Mitte des Tellers befindet; und aus eben dieser Ursache wird ein holer Schlüssel, woraus man die Luft mit dem Munde ziehet, und der sich hernach an die Zunge oder an die Lippen anhänget, um so viel schwehrer davon können loß gezogen werden, je weiter die Röhre desselben ist.

Wenn man solchergestalt die Luft unter der Hand, oder sonst einem Theil des Leibes heraus pumpet, so muß man wohl Achtung geben, daß der Rand des Recipienten nicht zu scharf sey, weil er sonst leicht in die Haut einschneiden kan: man kan deßfals die Probe nur

*) In dem II. Theil, in der VII. Vorlesung, pag. 646. seqq.

nur mit einem halben Apfel, oder mit einem Stück von einer Steck-Rübe, machen, indem es fast allezeit geschiehet, daß, wenn der Stempel zum erstenmal heraus gezogen wird, sich so gleich ein Circkel davon absondert, der mit Gewalt und mit einem Geräusch in das Gefäß hinein dringet.

Diese Anhängung, welche man durch den Druck der äusserlichen Luft zuwege bringen kan, würde in der Wund-Artzney-Kunst sehr nützlich können gebraucht werden: ich will gar nichts von denen so bekannten Schröpf-Köpfen sagen, deren Gebrauch anjetzo in Franckreich ziemlich abgekommen ist; solten sich aber wohl nicht Gelegenheiten ereignen, wobey es nöthig seyn möchte, einen solchen zarten Theil eine kleine Weile zu halten, der in Ansehung seiner Gestalt, seines Umfangs, oder seiner Weichlichkeit, mit keinem Zänglein, oder andern Instrumenten kan gefasset werden? Eine kleine Pumpe, deren äusserste etwas breit ausgeschweifte Oefnung von einem solchen Umfang und auf solche Art eingerichtet seyn könte, wie man es zu der Operation am dienlichsten erachten möchte, würde in denen Händen eines verständigen Mannes ein dergleichen sicheres und nützliches Mittel abgeben: die Wund-Aertzte werden also von dem Gebrauch, der hiervon möchte zu machen seyn, am besten urtheilen können.

Es hat zwar Anfans das Ansehen, als ob dieser äusliche Druck der Luft, der von ihrer Schwehre herrühret, die gläsernen Glocken zerbrechen müste, welche man auf den Teller der Luft-Pumpe setzt, um die Luft darunter heraus zu ziehen; aber, wenn man nur ein wenig genau Achtung giebt, so wird man sehen, daß diese Gefässe, weil sie allezeit überein oben rund gemacht sind, wie

wie ein Cylinder oder Gewölbe, von diesen Zufall befreyet bleiben: denn weil ihre äussere Oberfläche nothwendig grösser ist, als die innere, so sind alle diejenigen Theile, woraus ihre Dicke bestehet, denenjenigen gleich, woraus man die Bögen derer Gewölbe macht; sie stellen nemlich eben so viel Keile oder abgekürtzte Pyramiden vor, die einander nach dem Maaß unterstützen wie sie durch die Würckung eines flüßigen Wesens, das von allen Seiten darauf drückt, gegen eine Achse, oder gemeinschaftlichen Mittelpunct, getrieben werden. Man kan aus der ersten Figur *Tab. XI.* Die Dicke einer nach ihrer Achse zerschnittenen Glocke, und aus der 2ten Figur eben dergleichen mit seiner Grundfläche parallel zerschnittenes Gefäß sehen.

Der deutlichste Beweiß davon, daß die rundlichte Gestalt die Gefässe erhalte, daß sie von dem Gewicht der Luft, wenn solche von innen völlig ist heraus gezogen worden, nicht können zerdrücket werden, beruhet darinnen, weil sie gantz unfehlbar zerbrechen, wenn sie eine andere Gestalt haben. Man applicire z. E. nur das in der 3ten Figur *Tab. XI.* abgebildete Gefäß auf eine Luft-Pumpe: Dieses ist von beyden Seiten offen, wie die kleine Glocke, worauf man die Hand legt; an statt aber dasselbe auf solche Art zu verstopfen, so bindet man ein Stück naßgemachte Blase darüber, die ihm statt eines Bodens dienet, und lässet solche trucken werden; nach dem Maaß, wie man nun die Luft-Pumpe unter demselben würcken lässet, um es von aller Luft zu entledigen, wird hierauf die Schwehre der äusserlichen Luft veranlassen, daß gedachte übergespannte Blase die Gestalt einer umgekehrten runden Mütze annehmen muß, und endlich

mit

mit einem Krachen zerspringet. Wenn man ein Stück Tafel- oder Spiegel-Glaß an die Stelle einer solchen Blase legt, so wird es eben sowol zerspringen, wenn es nemlich vermittelst eines dazwischen gelegten Leders, oder sonst etwas dergleichen, recht genau auf dem Rand des Gefässes anliegt. Die sehr dünne und zugleich gantz platt gedrückte gläserne Flaschen, welche gemeiniglich mit zarten Weiden durchflochten sind, zerspringen sehr oft, wenn man dieselben, da sie nur zur Helfte mit einem Liquor angefüllet sind, an den Mund bringet, um daraus zu trincken; denn die innere Luft wird durch das saugen verdünnet und ausgedehnet, und indem die Schwehre des Dunstkreisses gegen die zwey breit-gedrückte Seiten würcket, so presset sie dieselben gegen einander und zersprenget also das Gefäß.

Dergleichen Versuche, und sonderlich der mit der Blase, pflegen allezeit bey denenjenigen Personen, welche sie zum ersten male sehen, wegen des grossen allezeit damit verknüpften Geräusches, einige Verwunderung oder Schrecken zu erregen. Es entstehet aber diese Würckung daher, weil die Luft sehr schnell *) und auf einmal, in einem grossen Umfang, sich in ein leeres Gefäß hinein ziehet und an die Seiten desselben anstößt: denn das Geräusch entstehet ursprünglich aus dem Stoß derer Cörper, wie wir solches in folgenden zeigen werden, und die flüßigen Cör-

*) Nach des PAPINI Meynung pflegt die Luft des Dunstkreisses, wenn sie wieder in einen leeren Raum eindringet, mit einer solchen Geschwindigkeit fortzugehen, daß sie innerhalb einer Secunde 1305. Schuh würde durchwandern können. Vid. Abrégé de Lowtorps, Tom. I. p. 586.

Cörper sind schon mehr als zu sehr vermögend an die dichten anzustossen.

Etwas ähnliches von dieser Art bemercket man auch, wenn man den Deckel von einen Zahnstocher-Futteral, ingleichen von einem Taschen-Schreibzeug, oder Pennal, schnell aufmachet, oder auch den Stempel aus einer Spritze, welche an dem andern Ende zugestopfet ist, schleunig heraus ziehet. Es rühret solches daher, weil man alsdenn eine Art eines Luft-leeren Raums macht, den die Luft sogleich in dem Augenblick wieder erfüllen will, wenn sie einen freyen Zugang erlanget; denn indem man das Futteral aus einander ziehet, so wird die Länge A B, *Fig. 4. Tab. XI.* durch die Grösse von B C vermehret, und die innere Luft wird solcher Gestalt mehr verdünnet, weil dieselbe, an statt daß sie sich zwischen A B solte eingeschlossen befinden, wie sie es vorher in ihren natürlichen Zustande würcklich war, sich nunmehro bis in C ausbreitet. Doch dieses wird man viel besser verstehen, wenn wir erstlich werden erkläret haben, wie sich eigentlich die Luft verdünne, wenn man sich der Luft-Pumpe bedienet.

Die Dichtheit der Luft, von welcher die eigene Schwehre derselben herrühret, ist nicht beständig, sondern verändert sich sehr starck, und zwar nicht allein durch die Kälte und Wärme, wie solches allen andern Materien wiederfähret, sondern auch durch eine stärckere oder schwächere Zusammenpressung, nach Art derer mit einer Schnellkraft begabten Cörper. Ich sage mit Fleiß, nach Art derer elastischen Cörper, weil die Luft, so lange sie zusammen gepresset ist, beständig das Vermögen behält, sich wieder auszudehnen und einen grössern Raum einzunehmen, so bald man nur die Ur-

sachen hinweg nimmt, welche ihren Umfang zusammen drücken und enger einschräncken, wie man an denen Haaren, der Wolle, denen Pflaum-Federn, u. d. gl. siehet, jedoch mit diesem Unterschied, daß alle diese Materien ihre Elasticität völlig oder zum Theil verliehren, wenn sie sehr heftig, oder sehr lange sind zusammen gepresset worden, da hingegen die Luft sich allezeit wieder vollkommen in den vorigen Stand setzet; wenigstens kan man sagen, es sey bis auf diese Zeit noch keine Begebenheit bekannt, die das Gegentheil beweisen möchte *).

Die Luft kan sich auch ihre durch eigene Schwehre zusammen drücken, daß also diejenige, welche wir auf einer Ebene durch das Athem holen in uns ziehen, dichter ist, als die auf einem Berge befindliche, weil diese mit einer kleinern und kürtzern Säule beschwehret ist, als jene.

Es mag nun aber auch die Luft zusammen gepresset seyn wie sie will, so hält dennoch ihre Schnellkraft allezeit derjenigen Kraft das Gleichgewicht, die ihren Umfang enger einschräncket, daß sie solchemnach, wenn ihre Reaction wieder in Freyheit gelanget, in der Qualität einer flüßigen elastischen Materie alles dasjenige wird thun können, was diejenige Kraft zu leisten vermögend gewesen wäre, die man angewendet hat, um sie zusammen zu pressen. Die nachfolgende

*) Der Herr von ROBERVAL hat 15. Jahr lang eine zusammen gepressete Luft in einer Wind-Büchse aufbehalten, und nach solcher Zeit hat dieselbe noch eben so viel Kraft bewiesen, als sie sonst in dergleichen Fall zu haben pflegt.

de Experimente werden zur Erläuterung und zum Beweiß dieser Sätze dienen.

Das zweyte Experiment.

Vorbereitung.

E F G, *Fig. 5. Tab. XI.* ist eine in Gestalt eines Hebers gebogene gläserne Röhre, deren längster Theil ohngefehr 8. Schuh, der kürzeste aber, von d bis in G gerechnet, 12. Zoll lang ist. Innwendig kan diese Röhre 3. bis 4. Linien zum Durchmesser haben, und das Stücke d G muß vollkommen cylindrisch seyn. In E ist dieselbe offen, und in G zugeschmelzet, auch zugleich auf ein Bretgen genau befestiget, das starck genung ist, damit es sich nicht leichtlich biege, auch daneben von d bis in E, und wiederum von d bis in G, in Zolle abgetheilet ist. Wenn nun dieses Instrument gerade ist aufgerichtet worden, so lässet man ein wenig Queckſilber hinein laufen, also daß die Krümme damit angefüllet ist, sodann fähret man fort, und lässet noch mehr Queckſilber in das lange Stück hinein laufen, und so wie dasselbe nach gerade angefüllet wird, so mercket man an denen Abtheilungen in Grade, die sich auf beyden Seiten befinden, was für Verhältnisse die Höhen des

Queckſilbers in dem gröſſern und kleinern Stück der Röhre gegen einander halten.

Würckungen.

Wenn das Queckſilber in dem kürzern Stück 4. Zoll über den Punct d geſtiegen iſt, von dem ſchnur-gleichen Stand dieſer Höhe zu rechnen, ſo befindet es ſich in dem längern Stück auf 14 Zoll hoch. Fähret man nun fort, und ſchüttet noch mehr Queckſilber hinzu, ſo wird man wahrnehmen, daß 6. Zoll Höhe gegen G mit 28. Zoll auf der andern Seite, und 9. Zoll mit 84. Zoll überein treffen.

Erklärungen.

Ehe man das Queckſilber läſſet in das Inſtrument hinein laufen, ſo iſt die gantze innere Weite deſſelben mit einer Luft angefüllet, die ſchon durch das Gewicht des Dunſtkreiſſes zuſammen gepreſſet iſt: Wenn man nun etwas von Queckſilber in die Krümme d bringet, ſo zertheilet man dieſe Luft in zwey Säulen, deren eine, E d, beſtändig eben dergleichen Zuſammenpreſſung von Seiten der äuſſern Luft erleidet, mit der ſie noch Gemeinſchaft hat; die andere aber, d G, muß als eine elaſtiſche Feder betrachtet werden, die vorher durch das Gewicht des Dunſtkreiſſes iſt geſpannet worden. So lange nun das Queckſilber in der Linie d h, mit ſich ſelbſt im Gleichgewicht ſtehet, ſo kan ſich der Umfang deſſelben weder vermehren, noch vermindern, weil dieſe kleine Luft-Säule auch vermöge ihrer Schnellkraft der andern das Gleichgewichte hält; wenn man

aber

aber noch mehr Queckſilber in das längere Stück der Röhre laufen läſſet, ſo ſteiget es in der kürtzern nicht in gleichen Verhältniß, weil ſich demſelben die darinnen eingeſchloſſene Luft widerſetzet. Inzwiſchen hindert dieſer Widerſtand dennoch nicht, daß dieſe Luft nicht ſolte in einen kleinern Raum eingeſchräncket werden, weil ſie alsdenn nicht allein durch das Gewicht des Dunſtkreiſſes, wie ſchon vorher geſchehen, ſondern auch noch durch eine Säule von Queckſilber zuſammen gepreſſet wird, deren Höhe man jedoch nur bloß von dem ſchnur gleichen Stande deſſelben in der kürtzern Röhre zu rechnen hat, weil dasjenige, was ſich davon unterhalb dieſer Linie befindet, auf beyden Seiten gleich iſt.

Man muß ſich hierbey wieder erinnern, daß wir bey der Gelegenheit, als von dem Barometer gehandelt worden *), bereits angemercket, daß eine Säule von Queckſilber, die ohngefehr 28. Zoll hoch iſt, eben ſo ſchwehr ſey, als eine Luft-Säule, die gleiche Grundfläche mit derſelben hat, und ſo hoch iſt als der Dunſtkreiß: wenn demnach 14. Zoll von Queckſilber dem Gewichte der äuſſern Luft zugefüget worden, ſo vermehren ſie den Druck, welchen dieſelbe gegen die zwiſchen Gd befindliche Luft äuſſert, um ein Drittheil. Hieraus ſiehet man, warum der Umfang dieſer Portion Luft ſich verdicke, und daß dieſer Cylinder, an ſtatt daß er einen Schuh lang verbleibet, um 4. Zoll vermindert werde, welches der dritte Theil von ſeiner erſtern Länge iſt.

*) In dem II. Theil, in der VII. Vorleſung, pag. 647. ſeqq.

Aus eben diesem Grund ist das Gewicht des Dunstkreisses verdoppelt, wenn die Säule von Queckſilber aus 28. Zoll oberhalb ihren schnurgleichen Stand bestehet und die Luft, welche diese doppelte Zusammenpressung unterstützet, formiret nur bloß einen Cylinder der 6. Zoll hoch ist, das ist, ihr Umfang vermindert sich um die Helfte.

Endlich machen 84. Zoll Quecksilber drey über einander stehende Säulen, jede von 28. Zoll, aus, deren Summe dem Gewicht des Dunstkreisses dreymal gleich kommen, und die folglich verursachen müssen, daß die Luft-Säule d G, welche sie zusammen pressen, $\frac{3}{4}$ von ihren Umfang verliehren muß; und also wird diese Säule von 12. Zoll bis auf 3. herunter gebracht.

Dieses Experiment, das man dem BOYLE *) und MARIOTTE **) zu dancken hat, beweiset hinlänglich, wie man leicht sehen kan, daß der Umfang der zusammen gepresseten Luft nach dem Verhältniß abnehme, wie der Druck gegen dieselbe zunimmt; und weil die Dichtheit einer Materie nach dem Maaß vermehret wird, wie ihre Theile näher zusammen kommen, und mit einander einen kleinern Raum einnehmen, so kan man sagen, daß die Luft sich in geraden Verhältniß gegen die Lasten, womit sie beschwehret ist, verdicke. Inzwischen ist es gar vernünftig zu glauben ***), daß dieses Verhältniß keineswegs in denen äussersten Graden statt habe, oder man müste ohne alle weitere Betrachtung

*) Tr. contra Linum. p. 42.

**) Zu seinen Frantzösisch heraus gegebenen sämtlichen Wercken, Tom. I. pag. 153.

***) Siehe die Historie der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1702. pag. 2.

tung voraus setzen, es habe die Luft in dieser Absicht ein Ausschliessungs-Recht (priuilegium excluſiuum); denn es ist uns noch kein eintziger elastischer Cörper bekannt, der unendlich könte zusammen gepresset werden, und zwar allezeit in einer völligen Gleichheit gegen diejenige Kräfte, deren Elätickeit er empfindet. Da auch hiernächst die Luft niemals völlig rein ist, und da die Materien, womit sie beschwehret ist, keiner solchen Zusammenpressung fähig sind, gleich wie dieses flüßige Wesen; so muß man glauben, daß dessen Theile, nach einer sehr grossen Zusammenpressung, aufhören werden biegsam zu seyn, weil sie sich endlich an solche frembde Cörper stützen werden, deren wesentliche Eigenschaft darinnen bestehet, daß sie keiner bekannten Kraft nachgeben.

Um aber das jetzt angeführte Experiment recht genau zu machen, so müssen 1) die beyden Theile des Instruments einander völlig paralle! seyn, und unter der Zeit, da man die Höhen des Queckſilbers beobachtet, in einer recht verticalen Stellung erhalten werden; denn weil die flüßigen Materien ihre Schwehre eigentlich in Ansehung ihrer senckrecht über den Horizont befindlichen Höhe äussern, so würde der Druck der Länge derer in beyden Röhren eingeschlossene Säulen nicht gleichförmig seyn, wenn sie nach einer Seite hängen würden. 2) Muß man sich hüten, daß man die in der Röhre d G enthaltene Portion von Luft weder wärmer, noch kälter werden lasse, weil sie sonst gantz andere Abtheilungen machen würde, ohne daß der Druck, den sie von Seiten des Queckſilbers und der äusserlichen Luft erleidet, etwas dazu beytragen möchte. 3) Muß man dafür sorgen, daß das kurtze Stück der Röhre innwendig recht

cylindrisch sey; denn sonst wird man bey denen die Länge herab überein abgemessenen Theilen nicht gleiche Weiten haben, und daher aus der Verkürtzung der Säule, so die Luft nach dem Maaß des zunehmenden Drucks zeiget, ohnmöglich recht genau auf den Grad ihrer Verdickung schliessen können.

Das dritte Experiment.

Vorbereitung.

Tab. XI. Fig. 6. stellet I I ein tiefes Gefäß für, so mit Wasser angefüllet ist, dessen eigentliche temperirte Wärme oder Kälte man vermittelst eines hinein gesteckten Thermometers erforschet. In diesen erstern Gefäß befestiget man, vermittelst eines Gewichts, oder auf andere Art, eine gläserne Flasche, oder Zucker-Glaß, so oben eine weite Oeffnung L L, hat, verfertiget aber auch zugleich einen Gorck-Stöpfel, der in der Mitte durchschnitten ist, damit die Röhre des Barometers K M hindurch gehe, und alsdenn stellet man beydes solcher gestalt, daß der unterste Theil des Barometers sich in der Flasche befinde. Hierauf übergiesset man den Stöpfel mit geschmoltzenen Wachs, darunter Terpentin gemischet worden, um alle Gemeinschaft zwischen der innern und äussern Luft zu verhüten; damit man aber nicht befürchten dürfe,

se, daß etwa die innere Luft von dem geschmoltzenen Wachs möchte erwärmet werden, und also ihre Dichtheit verändern, so muß man mitten durch den Stöpfel und das darüber gegossene Wachs, eine kleine Röhre annoch hinein gehen lassen, die man nicht eher zustopfet, bis alles völlig erkaltet ist, und sodenn bemercket man mit einem Zeiger, wie hoch das Queckſilber in dem Barometer stehet.

Würckungen.

Das Queckſilber pflegt nicht allein in dem Augenblick, da es eingeschlossen ist, weder zu steigen, noch zu fallen, sondern wenn es auch gleich nachhero dergleichen Veränderungen, nach Beschaffenheit der Temperatur desjenigen Orts zeiget, wo es sich befindet, so wird es dennoch allemal, wenn man denjenigen Grad der Wärme oder Kälte wieder herstellet, darinnen es sich vorher in dem Gefäß I I befunden, worinnen die Vorbereitung geschehen ist, sich wieder nach derjenigen Höhe begeben, die anfänglich durch den Zeiger ist bemercket worden; und diese Würckung bleibet verschiedene Jahre hindurch allezeit überein.

Erklärungen.

Einen Augenblick zuvor, ehe man das Zucker-Glaß völlig verschliesset, so macht die darinnen enthaltene Luft, indem sie annoch Gemeinschaft mit der äussern

hat, einen Theil des Dunstkreisses aus, erträgt den Druck desselben, und verstattet ihm einen Durchgang, indem sie sich gegen die innern Wände des Gefässes, und gegen alles dasjenige stützet, was darinnen eingeschlossen ist. Diese Luft würcket alsdenn folgender Gestalt, als ob sie mit ihrer Schwehre auf den Behälter des Barometers drucke, und erhält das Queckſilber auf 28. Zoll in der Höhe. So bald aber gedachtes Glaß verschlossen ist, so hat diese jetzt gemeldete Masse von Luft nichts weiter als ihre eigene Schwehre, die, in Vergleichung mit der Schwehre des Dunstkreisses, mit dem sie vorher vereiniget war, sehr wenig bedeutet: sie bleibt aber dennoch, vermöge der völligen Kraft dieser Schwehre, zusammen gepresset, und ihre Reaction ist dieser Kraft gleich; daher werden die 28. Zoll Queckſilber, so sie vorher trug, als sie mit der äussern Luft zugleich ihre Schwehre äusserte noch fernerhin von derselben, in der Qualität eines elastischen Cörpers, empor gehalten.

Es folget aus diesem Versuch, daß nicht allein die Schnellkraft der Luft derjenigen Gewalt gleich sey, wodurch sie ist zusammen gepresset worden; sondern man siehet auch, daß diese Elasticität durch die Länge der Zeit nicht so geschwächet werde, wie anderer Cörper ihre, weil sich das Queckſilber auf eben demselben Grad der Höhe erhält, oder allezeit wieder dahin zurück kehret, wenn man gleich verschiedene Jahre hindurch eben dieselbe Masse von Luft in dem Experiment behält.

Das

Das vierte Experiment.

Vorbereitung.

Die 7de Figur *Tab. XI.* stellet zwey halbe kupferne hole Kugeln für von 6. Zoll im Durchmesser, davon die eine mit einem Hahn versehen ist, vermittelst dessen sie an die Luft-Pumpe kan befestiget werden; die andere aber hat mitten auf ihrer erhabenen Fläche einen Ring, damit man sie leicht aufhängen könne. Diese beyde runde Deckel fügen sich in Gestalt einer Kugel zusammen; und um ihre Verbindung desto mehr zu erleichtern und desto genauer zu machen, so ist einer von beyden im Rande mit einem platten Ring versehen, dessen Breite eben so viel von innen, als von aussen, herfür raget; diesen bedeckt man mit einem feuchten Leder, worauf der Rand des andern Deckels passet, den man recht accurat darnach einzurichten besorgt gewesen ist.

Wenn nun alles dergestalt in Ordnung gebracht ist, so ziehet man die Luft aus dieser holen Kugel heraus, und drehet den Hahn zu, um sie in diesem Zustande zu erhalten: So bald sie von der Luft-Pumpe abgenommen ist, so schraubet man über den Hahn einen metallenen Hacken daran, der ein Gewicht

wicht von 60. Pfunden tragen kan, und hänget sie mit dem Ring an einem festen Punct auf.

Würckungen.

Wenn diese beyde also vereinigte halbe Kugeln sind aufgehänget worden, wie man aus der 8ten Figur *Tab. XI.* ersehen kan, so ist das Gewicht von 60 Pfund, das man daran hängt, nicht vermögend sie von einander zu trennen; und wenn man hingegen den Hahn öfnet, um die Luft wieder hinein zu lassen, so können sie ohne sonderliche Gewalt so gleich von einander genommen werden.

Das fünfte Experiment.

Vorbereitung.

Wenn die beyden halben Kugeln durch die Herausziehung der Luft sind fest mit einander vereiniget worden, so muß man, an statt sie von der Luft-Pumpe abzunehmen, nur den Hahn zwey oder dreymal herum drehen, womit sie an jetzt gemeldete Luft-Pumpe befestiget sind, damit man hernach unter einer Glocke, womit man sie bedecken wird, die Luft heraus ziehen könne. Diese Glocke muß oben offen und mit einen kupfernen Büchse versehen seyn, die mit fett gemachten und zusammen gepreßten Stücken Leder ausgefüllet ist, wodurch

durch man ein metallenes recht rundes und vollkommen cylindrisches Stänglein steckt, an dessen einen Ende sich ein Ring befindet, daran man es auf- und niederwärts bewegen, auch herum drehen kan; an dem andern aber ein Hacken ist, daran man den Ring von der obersten halben Kugel hänget, wie aus der 2ten Figur *Tab. XII.* zu ersehen.

Vermittelst dieser mit Leder ausgefülleten Büchse, wenn sie anders recht gut gemacht ist, kan man alle Arten von Bewegungen in den Luft-leeren Raum bringen, ohne daß die verschiedenen Bewegungen des metallenen Stängleins veranlassen, daß einige Luft wieder hinein gehe, wenigstens in keiner mercklichen Quantität. Es ist auch überflüßig annoch zu erinnern, daß an statt des Hackens, dessen man sich bey diesem Experiment bedienet, ein jegliches anderes Instrument, dessen man nach Beschaffenheit derer Umstände möchte benöthiget seyn, an das Ende des Stängleins könne angebracht werden.

Würckungen.

Wenn man die Luft unter der Glocke bis auf einen gewissen Grad verdünnet hat, und das durch die mit Leder ausgefüllte Büchse hindurchgehende Stänglein in die Höhe ziehet, so gehen die beyden halben Kugeln leichtlich aus-

auseinander; und wenn man diejenige, so vorher in die Höhe gezogen worden, wieder an ihre vorige Stelle bringt, und die Luft wieder unter die Glocke eindringen lässet, so ziehen sie sich eben so starck wieder zusammen, als sie vorher waren, ehe man sie in den Luft-leeren Raum brachte.

Erklärungen.

Die beyden halben Kugeln hängen sich niemals an einander, so lange die darinen eingeschlossene Luft in ihren natürlichen Zustande verbleibet, daß ist, eben so dichte ist, wie die aussen herum befindliche, weil die Gewalt, so sie anwendet, um sich auszudehnen, und die beyden Deckel, welche sie daran verhindern, aus einander zu treiben, der Kraft des Dunst kreisses, die sie von aussen zusammendrücket, vollkommen gleich ist, mithin sich also eine jegliche von denenselben zwischen zwey Kräften von einerley Stärcke im Gleichgewicht befindet.

So bald sich hingegen die innere Luft, durch die Würckung der Luftpumpe verdünnet befindet, so ist das Vermögen ihrer Schnellkraft um so viel geschwächet, das Gleichgewicht ist aufgehoben, und das aneinander hangen derer beyden halben Kugeln ist dem Unterschiede proportionirt, der sich zwischen der Dichtheit der von aussen drückenden, und der von innen wiederstehenden Luft äussert, also daß, wenn diese letztere würde gäntzlich können vernichtet werden, man alsdenn, um diese beyde Stücke wieder von einander zu trennen, eine etwas grössere Gewalt, als die Schwehre einer gantzen Säule des Dunstkreisses, würde anwenden müs-

sen

sen deren Grundfläche 6. Zoll zum Durchmesser hätte, welche mehr als 400. Pfund betragen würde, wenn man nur bloß nach der gemeinen Schätzung voraussetzet, daß eine Säule des Dunstkreisses einen Druck von 10. oder 11. Pfund, auf einen runden Raum von einen Zoll im Durchmesser, äussere.

Wenn man die von aller Lufft ausgeleerte Kugel unter die Glocke gebracht hat, wodurch ihr alle Gemeinschaft mit dem Dunstkreiß benommen wird, so rühret es in der That nicht mehr von dem Gewicht dieses Dunstkreisses her, daß diese beyde halbe Kugeln gegen einander zusammen gehalten werden, sondern es ist solches einer Masse von Luft zu zuschreiben, die vorher durch dergleichen Gewicht zusammen gepresset war, und die zu eben dergleichen Würckungen geschickt ist. Um deß willen trennen sich also diese beyde Stücke nicht leicht von einander, ausser wenn man die Schnellkraft der von aussen dieselbe umgebenden Luft schlaff gemacht hat, indem man ihre Dichtheit durch etlichmaliges herausziehen des Stempels, vermindert, bis sie eben so sehr verdünnet ist, wie diejenige, so noch in der Kugel stecket.

Wenn die Luft, indem sie wieder unter die Glocke eindringet, die beyden halben Kugeln dergestalt wieder mit einander vereiniget, daß sie sich nicht in dieselben hinein ziehen, noch sich also darinnen ausdehnen kan, wie sie in dem übrigen Raum unter solcher Glocke zu thun Gelegenheit hat, so drücket sie dieselben von neuen wieder zusammen, und zwar aus eben der Ursache, wodurch sie gleich anfänglich sind an einander gezogen worden, und mit eben derselben Gewalt, wofern nemlich eben der Unterschied zwischen

der

der vorher gemeldeten von aussen herum und inwendig befindlichen Luft vorhanden ist.

Anwendungen.

Es geschiehet zu Folge derer Grundsätze, deren Beweise wir anietzo gesehen haben, daß man vermittelst der Luft-Pumpe ein Gefäß von aller Luft entlediget; denn indem man den Stempel von einem Ende derselben bis an das andere heraufziehet, so machet man daß ein Raum entstehet, der noch nicht mit Luft angefüllet ist, in welchen sich alsdenn die unter der Glocke befindliche Luft, vermöge ihrer eigenen Elasticität, so gleich ausbreitet. Nun wird aber eine Masse von Luft, die sich also in zwey Räume zertheilet, in einem jeden dererselben mehr verdünnet, und daher bringt die Schwehre des Dunstkreisses zu gleicher Zeit zwey Würckungen herfür: 1) Befestiget sie die Glocke an dem Teller, wie man gesehen hat, daß sie verursache, daß die beyden metallenen halben Kugeln an einander hängend bleiben. 2) Wenn die äussere Luft durch den obersten Theil der Luft-Pumpe nicht wieder hinein gehen kan, so treibet eben diese Schwehre des Dunstkreisses den Stempel zum Theil wieder rückwärts, das ist, so lange bis die innwendig unter der Glocke befindliche Luft eben so dichte ist, als die äussere.

Diese letztere Würckung verdienet einige Aufmercksamkeit. Es sind viele Personen über die einfache Luft-Pumpe verdrießlich, wegen der Beschwerlichkeit, die sie dabey bemercken, den Stempel wieder herauf zu ziehen; man erspahret sich aber einen grossen Theil von dieser Mühe, wenn man den Schlüssel an den

Hahn

Hahn dergestalt einrichten lässet, daß die Luft recht frey von innen aus der Pumpe heraus gehen könne, nicht aber sowol im Gegentheil: denn vermittelst dieser Vorsorge steiget der Stempel gleichsam von selbsten wieder empor *), und man hat hernach gar wenig Mühe annoch anzuwenden, fürnemlich wenn man bis zu denen äussersten Graden der Verdünnung gelanget.

Was das anhängen der Glocke an den Teller betrifft, so vermehret sich dasselbe nach dem Maaß, wie sich die Luft allmählig verdünnet, und diese bey jedesmaligen heraus ziehen des Stempels erfolgende Verdünnung richtet sich nach denen Verhältnissen derer Weiten. Wenn z. E. die Weite der Pumpe der Weite der Glocken gleich ist, so vermindert sich die Dichtheit der Luft so gleich um die Helfte, wenn der Stempel zum erstenmal heraus gezogen wird, weil ihr umfang verdoppelt wird, indem sie zwey Räume erfüllet, die demjenigen gleich sind, darinnen sie sich vorher befand; ziehet man sodenn den Stempel zum zweyten mal heraus, so verdünnet sich die Luft annoch in eben demselben Verhältniß, folglich wird sie bis zum vierdten Theil vermindert, und denn also weiter, woraus demnach erhellet, daß eine Luft-Pumpe, sie sey auch so vollkommen, als es nur immer möglich ist, niemals die unter der Glocke befindliche Luft völlig heraus ziehen könne, weil die Dichtheit der Luft allezeit in geometrischen Verhältniß vermindert wird. Mit einem Wort, um sich keinen falschen Begriff von dem Luft-leeren Raum, der auf solche Weise zu wege gebracht wird, zu ma-

*) In denen Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften 1740. p. 413.

chen, so muß man die Glocke so ansehen, als ob sie allezeit angefüllet sey, aber mit einem solchen flüßigen Wesen, dessen Dichtheit sich immer mehr vermindert, bis die Schnellkraft seiner Theile so sehr schwach worden ist, als es in einem solchen Raum nur immer möglich seyn will, wo dasselbe nur ein wenig eingeschräncket ist; ich sage mit Fleiß, daß es nur ein wenig eingeschräncket sey, um nicht schlechterdings zu sagen, daß es nicht auch mehr eingeschräncket werde; denn es hat das Ansehen, daß solches auch würcklich erfolge, wenn man alle Kräfte der besten Luft-Pumpe erschöpfet hat, wie man aus dem, was sogleich folget, deutlich ersehen wird.

Daß die Verdünnung der unter der Glocke befindlichen Luft mit demjenigen Verhältnisse eine Gleichheit habe, das sich zwischen dieser und der Pumpe ihrer Weite befindet, ist eine Begebenheit, davon man durch die Erfahrung leicht kan überzeuget werden. Man füge ein Barometer an eine solche Glocke, deren Weite sich z. E. zu der Weite der Pumpe verhalte wie 2. zu 1. und zwar applicire man es solchergestalt an die Luft-Pumpe, wie die 2te Figur *Tab. XII.* zeiget, so wird, wenn man den Stempel zum erstenmal heraus ziehet, die Dichtheit der Luft um $\frac{1}{3}$. vermindert werden, und so wird auch das Queckſilber um $\frac{1}{3}$ von seiner Höhe herabfallen, und solchemnach, indem es von 27. Zoll zurückgehet, auf 18. zu stehen kommen; ziehet man hierauf den Stempel zum zweyten mal zurück, so wird die Luft noch um $\frac{1}{3}$ mehr verdünnet, als sie es bey dem ersten mal war, und das Queckſilber wird auch auf den dritten Theil von 18. Zoll

fal-

fallen, das ist auf 12. und solchergestalt allezeit auf den dritten Theil des letzten Uberrests herabgehen.

Da nun diese Begebenheit hinlänglich bestätiget ist, so wird man solchemnach auf einmal das Verhältniß derer Weiten zwischen einer jeglichen Glocke und der Pumpe finden, woran man dieselbe applicíret, und wenn man die absolute Grösse eines dieser beyden Stücke weiß, so wird diese Vergleichung auch des andern seine absolute Grösse zu erkennen geben. Denn wenn 1) das Queckſilber bey dem ersten Zug des Stempels um $\frac{1}{4}$ von seiner Höhe herabfällt, so kan man gantz sicher schliessen, daß sich die Weite der Glocke zu der Weite der Pumpe wie 3. zu 1. verhalte; und wenn man 2) schon voraus weiß, daß die Pumpe 1. Maaß halte, so wird man auf solche Art zugleich auch wissen, daß die Glocke 3. Maaß fassen werde; und diese Art die Gefässe zu viſiren wird vielfältig mal mit grossen Nutzen können angewendet werden.

Man kan auf solche Weise die Grade der Verdünnung der Luft schätzen, und man hat in dieser Absicht schon seit langer Zeit das Barometer an die Luft-Pumpe zu appliciren pflegen: weil man aber insgemein eben nicht nöthig hat den Zustand der Luft allezeit auf das genaueste zu wissen, ausser wenn dieselbe bis zu denen äussersten Graden der Verdünnung gelanget, so kan man alsdenn sich der Mühe überheben, ein völliges Barometer dabey anzubringen, als welches gar zu umständlich und allezeit sehr beschwehrlich seyn würde; da auch das Queckſilber, bey einer sehr verdünneten Luft, um etliche Zolle, oder einige Linien hoch stehen bleibt, so kan man das übrige Stück der Röhre, welches oben darüber leer verbleibt, als

unnütze ansehen, und es völlig hinweg thun. Auf solche Weise erhält man ein abgekürtztes Barometer, welches nichts anders ist, als ein kleiner umgekehrter Heber, dessen längster Theil, den man mit Queckſilber anfüllet, oben hermetisch sigilliret ist, und den man auf ein kleines bleyernes Gestelle aufrecht befestiget, mit einem beygefügten dünnen höltzernen Linial, das in Zolle und Linien abgetheilet ist. Siehe die 3te Figur *Tab. XII.*

Man mag sich nun aber entweder dieses Maaßstabes bedienen, oder ein völliges Barometer dazu gebrauchen, so wird man niemals sehen, daß das Queckſilber bis zu einem schnurgeraden Stand mit der Glocke herab sincket, sondern es bleibet allezeit noch ein wenig über denselben erhoben, wenn sonsten keine ausserordentliche Ursachen vorhanden sind *). Man darf die Schuld hievon keineswegs der Schwehre der Luft beymessen, die noch unter der Glocke zurück geblieben ist: Denn die Säule derselben, die auf die Säule des Queckſilbers trifft, ist allzukurtz, und ihre Dichtheit ist allzusehr vermindert, als daß sie noch eine merckliche Schwehre haben solte; man kan auch leicht errathen, daß wenn die Luft auf das äusserste verdünnet ist, ihre Schnellkraft alsdenn, wenn sie gleich noch vermögend ist eine Linie von Queckſilber zu unterstützen, dennoch bereits allzusehr geschwächt sey, als daß sie die Frictionen und die fetten Dämpfe solte überwältigen können, die sich ihren Durchgang in dem engen Canal des Hahns widersetzen. Es ist dieses eine kleine Unvollkommenheit, davon auch die allerbesten

*) In denen Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften auf das Jahr 1741. pag. 345.

besten Luft-Pumpen nicht befreyet sind, jedoch ziehet dieser Fehler keine Folgerungen nach sich, und wenn sie ausser diesen nur keinen andern haben, so kan man die Dichtheit der Luft allezeit bis auf $\frac{1}{300}$ von derjenigen bringen, die sie hat, wenn das Barometer auf 28. Zoll stehet; denn eine gute Luft-Pumpe zwinget das Queckſilber, daß es bey nahe bis auf 1. Linie gegen ihren schnur geraden Stand niedersincken muß, und 28. Zoll machen 336. Linien aus.

Wenn man recht weiß, wie eigentlich die Luft würcke, sowol vermöge ihrer Schwehre, als ihrer Schnellkraft, so wird man ohne sonderliche Schwierigkeit eine grosse Anzahl curieuser Begebenheiten erklären, zu deren Erkenntniß der Gebrauch derer Luft-Pumpen, und die Geschicklichkeit, so man in Herausziehung der Luft erlanget hat, fürnemlich Gelegenheit gegeben haben.

Eine Blase, darinnen man ein klein wenig Luft eingeschlossen hat, und die in dem Luft-leeren Raum liegt, wird sich sogleich aufblehen, weil die wenige darinnen enthaltene Luft sich von selbst nach dem Maaß verdünnet, wie die von aussen herum befindliche ihre Dichtheit verliehret, und in solchen Fall würde auch ein bleyernes Gewicht von 12. bis 15. Pfund diese Aufblehung nicht zurück halten, weil dasselbe nicht so starck darauf wird drucken können, als die unter der Glocke befindliche und die Blase umgebende Luft, deren Würckung man alsdenn hemmet.

Auß eben dieser Ursache pflegt auch eine dünne mit Luft angefüllete und wohl zugestopfte gläserne Flasche in dem Luft-leeren Raum zu zerspringen, weil nichts mehr vorhanden ist, das der Schnellkraft der darinnen befindlichen Luft das Gleichgewicht hält, als welche sich beständig auszudehnen bestrebet.

Ein

Ein auf einen Becher gestelletes Ey leeret sich durch ein kleines Löchlein, das man unten in dasselbe macht, selbst aus, wenn man die um dasselbe befindliche Luft verdünnet; es füllet sich auch durch eben dieses Löchlein selbst wieder an, wenn man die Luft wieder unter die Glocke gehen lässet. Dieses rühret davon her, weil ein Ey, fürnemlich wenn es alt ist, Luft in sich hält, die ihrer Leichtigkeit wegen sich allezeit unter dem obersten Theil der Schale befindet, und alsdenn sich ausdehnet, und die innwendig befindliche Materie nach dem Maaß heraus treibet, wie man den äusserlichen Druck der Luft vermindert, mit der sie vorher im Gleichgewichte stund; so bald man aber der Luft wieder einen Zugang unter die Glocke verstattet, so veranlasset der Druck derselben, daß alles dasjenige wieder zurück gehet, was zuvor aus der Eyerschale heraus gegangen war, und schliesset zugleich die innere Luft wieder in ihren vorigen Raum ein.

Diese Erklärung wird recht deutlich, wenn man in einer mit Wasser angefülleten gläsernen Phiole, deren Oefnung man in ein anderes Gefäß voll Wasser steckt, eine Luft-Blase lässet, (die sogleich sich nach dem obersten Theil begiebt,) und so denn alles dieses unter die Glocke bringet. Siehe die 4te Figur *Tab. XII.* Denn nach dem Maaß, wie man die Luft unter derselben verdünnet, so siehet man, daß sich die Luft-Blase immer weiter ausbreite *), und das zugleich mit ihr eingeschlos-

*) Aus einem gleichen Experiment machet MARIOTTE den Schluß, daß die Luft, wenn sie aus demjenigen Zustand gebracht wird, darinnen sie sich auf der Oberfläche des Erdbodens befindet, einen Raum anfüllen könne, der 4000 mal

geschlossene Wasser heraus treibe; so bald aber hernach die Luft wieder anfängt unter die Glocke zurück zu kommen, so steiget das Wasser wieder empor, und die Luft nimmt ihren vorigen Umfang über demselben wieder ein.

Ein alter runtzlich gewordener Apfel wird in dem Luft-leeren Raum wieder glatt, weil die unter der Schale befindliche Luft sich ausdehnet, und dieselbe in die Höhe treibet; wenn aber derselbe wieder unter der Glocke herfür kommt, so wird er viel runtzlichter als er zuvor war, weil die Luft, so er enthielt, als er dicker ward, zum Theil heraus gegangen ist, und nunmehro um so viel weniger von derselben übrig ist, die dem Druck der äusserlichen Luft widerstehen könte, wodurch also die Runtzeln der Schale noch mehr vermehret werden.

Es würde etwas überflüßiges seyn wenn man hier alle Experimente von dieser Gattung, die sonst noch sind gemacht worden, erzehlen wolte, indem dieselben vielmehr ein angenehmes und zum Zeitvertreib dienendes Schauspiel, als eine Sammlung von solchen Beweisen abgeben möchten, die zur Bestätigung oder Erläuterung dererjenigen Grundsätze sollen nöthig seyn, die wir richtig und sicher gegründet zu haben vermuthen: daher ist es genung, wenn man nur einige von diesen Begebenheiten recht verstehet, indem sodann die andern insgesamt sich leicht erklären lassen.

Nachdem wir nun aber die durch das Gewicht des Dunstkreisses gespannete Schnellkraft der Luft deut-

mal grösser ist, als derjenige, den sie ordentlicher Weise einzunehmen pflegt. *Tr. de la nature de l'Air, pag.* 173.

lich gezeiget haben, wie auch die verschiedenen Grade der Verdünnung, welche dieses flüßige Wesen annehmen kan, wenn es aus dem Zustande heraus gehet, darinnen es sich gemeiniglich auf der Oberfläche des Erdbodens befindet; so schicket es sich nunmehro, daß wir auch zeigen, inweit man ihre Dichtheit und Schnellkraft vermehren könne, wenn man sie einem Druck unterwirft, der stärcker ist, als der Druck des Dunstkreisses.

Das sechste Experiment.

Vorbereitung.

Die 5te Figur, *Tab. XII.* stellet ein kupfernes Gefäß für, das man bis auf $\frac{2}{3}$ seiner Weite mit Wasser anfüllet: Hierauf stecket man die mit einem Hahn versehene Röhre N O darauf, welche mit einer Schraube auf das Gefäß kan befestiget werden, also daß das unterste Ende bis auf eine Linie von dem Boden reicht. In N setzet man sodenn die kleine Hand-Pumpe P R, *Fig. 6.* auf, vermittelst welcher man viel Luft mit Gewalt in das Gefäß hinein treibt, und wenn solches geschehen, der Hahn auch wieder zugedrehet ist, so nimmt man die Hand-Pumpe wieder herab, um an deren Stelle einen Aufsatz, der eine oder mehrere Oefnung hat, aufzuschrauben.

Die Luft wird durch ein kleines Loch, das

in

in P angebracht ist, in die Hand-Pumpe gezogen, über welches man deßwegen den Stempel allezeit herauf ziehet, der hernach, wenn man ihn niederdrücket, dieselbe zwinget, daß sie durch ein kleines unten an dem äussersten Ende angebrachtes Loch hindurch gehen muß, woran man auswendig ein kleines Ventil befestiget hat, um zu verhindern, daß die Luft nicht wieder in die Pumpe zurück trete, wenn man den Stempel wieder in die Höhe ziehet.

Würckungen.

So bald man den Hahn öfnet, so springet das Wasser, wie bey einem Spring-Brunnen, in die Höhe, und zwar anfänglich auf 25. bis 30. Schuhe, zuletzt aber etwas niedriger.

Erklärungen.

Die Quantität der Luft, welche man mit Gewalt in das Gefäß hinein treibt, steigt anfänglich, wegen ihrer Leichtigkeit, über das Wasser empor, und sucht sich mit derjenigen zu vereinigen, die den Raum L N Q einnimmt, deren Dichtheit sie noch stärcker vermehret. Diese also zusammen gepressete Luft hat eine viel stärckere elastische Kraft, als das Gewicht der äusseren Luft, welche auf die Oefnung N an der Röhre drucket. Es wendet sich aber diese Kraft fürhemlich gegen die Oberfläche des Wassers, und treibet solches durch die unterste Oefnung der Röhre mit einer Geschwindigkeit, die eben so groß ist, als der Unterschied zwischen der Dichtheit der innwendig in dem Gefäß eingeschlossenen und

von aussen herum befindlichen Luft zu seyn pflegt: und weil diese Luft, nach dem Maaß, wie das Gefäß leerer wird, in einen immer weitern Raum gelanget, so wird ihre Schnellkraft daher immer schwächer, und um deßwillen springet das Wasser zuletzt nicht mehr so hoch, als anfänglich.

Wenn man Ursach haben solte, dieses in Zweifel zu ziehen, daß die Würckung, davon hier die Rede ist, keinesweges, wie wir behaupten, von einem Mangel des Gleichgewichts zwischen der inner- und ausserhalb dem Gefäß befindlichen Luft herrühre, so wird man ohne grosse Mühe durch ein recht artiges Experiment, welches hier billig angeführet zu werden verdienet, dessen können überzeuget werden.

Man darf nemlich nur ein gläsernes Röhrgen, das oben hinaus gantz spitzig zulauft, in eine gläserne Flasche oder Kugel mit Kütt befestigen, also daß diese in kleinen eben das ist, was das küpferne Gefäß bey dem vorhergehenden Experiment in grossen vorstellet. Wenn man nun diese Flasche oder Kugel umgekehret in einen mit Wasser angefülleten Becher steckt, und alles zusammen auf den Teller der Luft-Pumpe setzet, und mit einer Glocke bedecket, wie die 7te Figur *Tab. XII.* zeiget, so wird man sehen, daß nach dem Maaß, wie man die Luft unter derselben heraus ziehet, auch zugleich ein Theil von solcher aus der Flasche heraus gehe, welche in dem Wasser, das sich in dem Becher befindet, Blasen aufwerfen wird, und wenn man nachgehends die Luft wieder unter die Glocke wird hinein dringen lassen, so wird ihr Druck alsdenn eben so viel Wasser in die gläserne Flasche oder Kugel hinein treiben, als vorher Luft heraus gegangen ist.

ist. Ich brauche mich bey der Erklärung dieser beyden erstern Würckungen nicht aufzuhalten, weil man sie aus demjenigen, was oben ist gesagt worden, bereits verstehen muß. Wenn man aber die ietztgedachte Flasche wieder gerade in die Höhe stellet, wie die 8te Figur *Tab. XII.* zeiget, und die unter der Glocke befindlichen Luft von neuen verdünnet, so wird die über dem Wasser befindliche, indem sie sich von selbsten verdünnet, einen Spring-Brunnen zu wege bringen, der das Wasser um so viel höher hinauf treiben wird, jemehr das Gleichgewicht zwischen der äussern und innern Luft wird seyn unterbrochen worden. Es ist also hier keineswegs die durch die Kunst zusammengepressete Luft, welche den Widerstand der Schwehre des Dunstkreisses überwältiget, wie bey dem vorhergehenden Experiment, sondern vielmehr die natürliche Schnellkraft dieses flüßigen Wesens, die man in den Stand setzet, daß sie würcket, indem man diejenige schwächet, die ihr an der Oefnung der Flasche widerstehet. Es befindet sich also hierbey allezeit eine stärckere Luft einer schwächern entgegen gesetzt, oder das Wasser befindet sich zwischen zwey Portionen der Luft, die nicht mehr im Gleichgewicht stehen.

Das siebende Experiment.

Vorbereitung.

Die erste Figur *Tab. XIII.* stellet eine Gattung von einer Musquete für, die aus zwey in einander geschobenen metallenen Läuffen zusammengesetzt ist, zwischen welchen ein wohlver-

verwahrter Raum annoch übrig bleibt, wo man die Luft, vermittelst einer kleinen Pumpe, die in dem hintersten Theil des Schafts angebracht ist, starck zusammen drucket. Es befinden sich auch dabey zwey Ventile, nemlich eins am Ende der Pumpe, um zu verhindern, daß sich die Luft nicht wieder dahinein ziehe, wenn man den Stempel zurück ziehet; das andere am Ende des innersten Laufs, an demjenigen Theil, der sich sonst hinter dem Zündloch befindet, wo man zugleich eine Kugel von gehöriger Stärcke hinein bringt. Das letztere von diesen beyden Ventilen öfnet sich vermittelst eines Drückers, damit es die Luft in den kleinen Lauf hinein lassen, und sich schnell wieder zuschliessen könne, daß also nur ein Theil derselben fortgehen darf. Weil dergleichen Gattung von Gewehr nicht sonderlich gebräuchlich, so habe ich dasjenige, dessen ich mich selbst bediene, so einrichten lassen, daß man keine Gefahr zu besorgen hat, wenn man die Kugel hinein bringt, auch gleichergestalt dieselbe heraus nehmen kan, ohne daß man genöthiget wäre die Luft loß zu lassen. In dieser Absicht befindet sich ein Canal, oder Behältniß, dabey, welches 12. Kugeln in sich fasset, und daneben eine Gattung von einem Hahn, den man herum drehet, um sich nach

und

und nach in die Richtung von dem kleinen Lauf zu bringen, oder um sie wieder zurück zu ziehen, wenn man nicht schliessen will. Damit auch dieses Instrument die völlige äusserliche Gestalt einer gewöhnlichen Flinte behalten möge, so hat man auch ein Schloß daran gemacht, davon die Zünd-Pfanne dazu dienet, daß sie den Schlüssel von dem inwendig befindlichen Hahn herumdrehet, und der zum Schloß gehörige Hahn eröfnet allezeit das Ventil.

Würckungen.

Wenn der Hahn ist aufgezogen worden, und man hernach abdrücket, so wird die Kugel mit einer solchen Gewalt fortgetrieben, daß man auf 70. Schritt weit gar wohl nach einem Circkel von einem Schuh im Durchmesser zielen kan.

Die letztern Schüsse sind allezeit schwächer, als die erstern; gemeiniglich aber dringet der achte noch durch ein eichen Bret, das 6. Linien dicke ist, und 20. bis 25. Schritte entfernet stehet.

Wenn die Luft und die Kugel herausfahren, so machen sie nicht viel Geräusch, zumal wenn der Ort, wo man sich befindet, nicht eingeschlossen ist; es bestehet in nichts weiter, als einem heftigen Blasen, das man kaum auf 30. oder 40. Schritte weit höret.

Er-

Erklärungen.

Nach der Erklärung, die ich von dem vorhergehenden Experiment gegeben habe, kan die blosse Vorbereitung von dem gegenwärtigen schon hinlänglich seyn, um die Würckungen davon zu verstehen. Die zwischen denen beyden Lauffen gepressete Luft bestrebet sich, daß sie aus diesem Ort herauskommen möge; so bald man ihr nun einen Eingang in den kleinen Lauf verstattet, so treibt sie alles vor sich hinweg, was sie daselbst antrift, und also erhält die Kugel eine Geschwindigkeit, die derjenigen fast gleich ist, mit welcher die Luft anfängt zu entwischen. Weil aber das Ventil nur einen Augenblick offen bleibt, so gehet jedesmal von derselben nicht mehr heraus, als eine eintzige Kugel fortzutreiben nöthig ist: inzwischen werden die letztern schwächer fortgetrieben, weil die Schnellkraft der Luft nach dem Maaß abnimmt, wie die nach und nach herausgehende ihr immer mehr Platz machet, um sich weiter aus zubreiten. Das Geräusch ist ungleich schwächer, als bey einem ordentlichen Schieß-Gewehr, weil weder die Kugel, noch die Luft, so diese fort treibt, mit einer solchen Gewalt und so schnell die äussere Luft anstossen, als eine Ladung von entzündeten Pulver zu thun pflegt, als welches allezeit mit der äussersten Geschwindigkeit herausfährt. Inzwischen höret man gleichwol die Wind-Büchse in einem verschlossenen Ort stärcker, als an einem offenen weil alsdenn die Masse der angestossenen Luft, da sie innerhalb denen Mauren oder Wänden eingeschlossen ist und sich dagegen stützet, einen grössern Widerstand thut.

An-

Anwendungen.

Die Wind-Büchsen und Wind-Pistolen sind mehr curieuse, als nützliche Instrumente; die Schwierigkeiten, so sich bey ihrer Verfertigung ereignen, und wenn man sie lange Zeit in guten Stande erhalten will, machen sie nothwendig theuer, und bey weiten nicht so bequehm und sicher zum Gebrauche, als sonst dergleichen ordentliche Schieß-Gewehre zu seyn pflegen. Der einige Vortheil, den man noch dabey finden möchte, daß sie nemlich loß gehen, ohne daß man sie höret, könte in einer Gesellschaft mehr zur Gefahr gereichen, und die Vorsorge ist sehr weißlich, daß man den Gebrauch solcher Instrumenten möglichster massen zurück hält und einschräncket. Die Liebhaber dererselben reden öfters gleichsam in einer Entzückung davon, und thun ihnen mehr Ehre an, als sie verdienen, indem sie ihnen solche Würckungen zuschreiben, die sie gar nicht vermögend sind zu leisten. Also ist es z. E. falsch, daß sie jemals solche Gewalt haben, als eine ordentliche Flinte, und es geschiehet sehr selten, daß die Ventile die Luft beständig dergestalt zurück halten, daß man sie lange Zeit also geladen erhalten könne.

Wenn die Erzehlungen, so man von dem weissen Pulver vorbringt, einigen Grund haben, so muß man sie ohne allen Zweifel im figürlichen Verstande von der Wind-Büchse verstehen, als womit man gar wohl einen tödtlichen Schuß, ohne merckliches Geräusche, thun kan: denn weil der Knall von einer Flinte keineswegs von der Farbe des Pulvers herrühret, sondern als eine nothwendige Folge der schnellen

Her-

Heraustreibung muß angesehen werden, deren dasselbe fähig ist, so muß man allerdings glauben, daß eine jegliche Materie, die sich mit eben solcher Geschwindigkeit ausdehnen wird, gleicher gestalt einen Knall wird erregen können, sie mag nun weiß oder schwartz seyn.

Was hiernächst die künstlichen Spring-Brunnen anbelangt, wo das Wasser seine Bewegung von der Schnellkraft der Luft erhält, so kan man sie auf hundert verschiedene Arten verändern, deren einige immer curieuser und angenehmer sind, als die andern; sie werden solches auch in der That um so vielmehr, je höher man bey denenselben das Wasser über seinen Quell springen siehet, welches sich hingegen bey denen gewöhnlichen Spring-Brunnen gantz anders verhält die wie schon bekannt ist, von einen Fall des Wassers entstehen, dessen Behälter sich höher, als der Brunnen befindet. Ich werde mich mit einem eintzigen Exempel begnügen, um mich nicht vergeblich bey solchen Sachen auf zu halten, die man in allen physicalischen Büchern findet.

Der in der 2ten Figur *Tab. XIII.* vorgestellete Spring-Brunnen führet den Nahmen von dem HERON, den man die Erfindung desselben zuschreibet. Man verfertiget ihn gemeiniglich aus zwey metallenen Becken, oder Kästen, die man durch Röhren von eben solcher Materie mit einander vereiniget. Der meinige ist aus Glaß gemacht, damit man den mechanismum desto deutlicher sehen möge; denn die Materie und die äusserliche Gestalt sind gantz und gar gleichgültig, daß man sie nach eigenen Gefallen verändern kan. Wenn ich nun diesen Brunnen will

sprin-

springen lassen, so fülle ich die Kugel A B durch die Röhre C D, so auf beyden Seiten offen ist, auf $\frac{3}{4}$ mit Wasser an; hernach giesse ich auch Wasser in das Becken G H, um die Röhre I K, welche von einem Ende bis zum andern offen ist, beständig voll zu erhalten. Diese Wasser-Säule, welche sich in der untersten Kugel E F, auszubreiten suchet, drücket auf diejenige Masse von Luft mit ihren völligen Gewicht, womit die jetzt-gedachte Kugel angefüllet ist, mithin suchet also diese dergestalt zusammengepressete Luft durch die Röhre L M zu entwischen, und wendet daher ihre Schnellkraft gegen die Ober-Fläche des in A B befindlichen Wassers, daher denn endlich dieses solchergestalt dadurch zusammengepressete Wasser in Gestalt eines Spring-Brunnens durch die Röhre C D einen Ausweg suchet, an deren äussersten Ende man nach Gefallen einen an etlichen Orten durchbohreten Aufsatz befestigen kan, um solchergestalt eine Wasser-Garbe vorzustellen.

Es ist genung, wenn man anfänglich nur ein wenig Wasser in das Becken giesset, um die Röhre IK auszufüllen: dasjenige so hierauf alsobald anfängt herfürzuspringen, ist sodenn schon zureichend, um dieselbe also voll zu erhalten, und der Ausfluß der solchergestalt aus der Kugel A B geschiehet, fällt wieder in dieselbe hinab; nach der Operation aber kan man sie durch eine Gattung eines unten befindlichen Hahns wieder ausleeren.

Man bedienet sich auch der Schnellkraft der zusammengepresseten Luft, um einen immerwährenden Ausfluß aus einer Pumpe zuwege zu bringen, die nur einen Stempel hat. Wir wollen uns z. E. einbil-

den, es sey die saugende und niedergehende Pumpe, n o p, *Fig. 3. Tab XIII.* mit einem metallenen cylindrischen Gefäß umgeben, das um dieselbe herum einen wohl verwahrten Raum, Q R S, formiret, der mit der in die Höhe gehenden Röhre, T V, Gemeinschaft hat.

Wenn nun das durch die Saugung bis unter den Stempel in die Höhe gezogene Wasser nachhero durch die Zusammendruckung wird genöthiget werden durch das in o befindliche Ventil fortzugehen, so wird es nicht allein in der Röhre empor steigen, sondern auch in dem um die Pumpe herum befindlichen Raum sich bis in Q R erheben, und indem es also aufwärts steiget, so wird es die Schnellkraft der zwischen ihm selbst und dem Boden dieser Cavität befindlichen Luft zusammen drucken. Daher geschiehet es, daß die Reaction dieser zusammen gepresseten Masse von Luft zu der Zeit, wenn man den Stempel wieder in die Höhe ziehet, um eine neue Saugung zu erwecken, die Stelle des Drucks von dem Stempel zu vertreten pflegt, und daher veranlasset, daß der Ausfluß in V. beständig anhält.

Durch dieses Mittel gewinnet man ohnfehlbar etwas an der Geschwindigkeit: denn weil die Röhre T V ohne Unterlaß Wasser darreichet, so gehet dessen in einer gewissen Zeit eine grössere Menge durch dieselbe; dieser Vortheil aber wird lediglich durch die anzuwendende Kraft erlanget, weil solche nicht allein erfordert wird, um das Gewicht des Wassers fortzustossen, das gegen T drücket, sondern auch um die Luft zusammen zu pressen, deren Schnellkraft man anziehen und gleichsam spannen will. Im übrigen finden sich mancher-

ley Fälle, wo gar viel daran gelegen ist, daß man unaufhörlich Wasser liefere, und deßwegen verfertiget man dergleichen kleine Pumpen, die man forttragen kan, so häufig in Engelland und Holland, wo sie starck gebrauchet werden, wie auch seit einigen Jahren in Pariß *), mit welchen eine jede einzele Person wenigstens die Ausbreitung einer angehenden Feuersbrunst so lange verhindern kan, bis sie mehreren Beystand erlanget.

Seit dem die Luft-Pumpe ist erfunden worden, hat man eine grosse Menge von Experimenten in den Luftleeren Raum, oder in der bis auf verschiedene Grade verdünneten Luft, angestellet. Man kan leichtlich erachten, daß man auch in der mehr als ordentlicher Weise verdickten Luft deren sehr viele machen könne und verschiedene Naturkündiger haben deßhalb bereits die Hand an das Werck gelegt. Man bedienet sich bey dergleichen Versuchen eines Gefässes, das einen grossen Widerstand auszustehen vermögend ist, und man treibet die Luft vermittelst einer kleinen Pumpe, wie diejenige, deren wir uns oben, bey dem durch die Zusammenpressung der Luft entstehenden Spring-Brunnen bedienet haben **), mit Gewalt in dasselbe hinein. Nun wird aber diejenige Luft, welche durch eine solche Pumpe gehet, mit fettigen und feuchten Dämpfen beschwehret, und es finden sich nicht wenig Fälle, wo man Ursach hat zu wünschen, daß sie möchte reiner seyn, damit dasjenige, was aus diesen Experi-

*) Der Herr von GENSANES hat beständig einen grossen Vorrath von solchen Pumpen, um sie zu verkauffen, oder zu verlehnen. Er wohnet in der Strasse Montmartre, nahe bey Sanct Joseph.

**) Siehe die 6te Figur, Tab. XII.

menten erfolget, keiner andern Ursache dürfe zugeschrieben werden, als demjenigen Grad der Zusammenpressung, darein man die Luft versetzet hat, und der Dichtheit ihrer eigenen Materie. Diese Betrachtung hat mir Anlaß gegeben, eine eigene Maschine auszusinnen, mit welcher man die Luft möchte zusammen pressen können, ohne denjenigen Grad der Reinigkeit zu vermindern, den sie in dem Dunstkreiß hat, auch selbst bey der Vermehrung derselben; so bald ich nun damit werde zu Stande gekommen seyn, und sie der Mühe werth befinde, so werde ich in denen Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften dem Publico davon Nachricht ertheilen, und zwar in der Fortsetzung von denen Instrumenten, so zur Untersuchung der Luft dienen, deren Beschreibung ich angefangen habe.

Es erhellet aus des BOYLE seinen gemachten Experimenten, daß man durch die Zusammenpressung den Umfang einer gewissen Masse von Luft 13mal kleiner machen könne, als er in ihren natürlichen Zustande auf der Oberfläche des Erdbodens ist.

Andere Weltweise haben nachhero diesen Versuch, durch verschiedene Arten zu verfahren, noch weiter getrieben, unter allen aber scheinet HALES in dieser Absicht es noch am weitesten gebracht zu haben, wie er denn versichert *), er habe die Luft bis auf den 1837sten Theil ihres ordentlichen Umfangs zusammen gepreset

*) Es befindet sich einige Dunckelheit in der Rechnung des HALES, und hat der Herr von BUFFON, sein Uebersetzer, gefunden, daß man das facit ändern, und statt 1837. eigentlich 1551. setzen müsse.

set *), worüber hernach MUSCHENBROCK eine Anmerckung macht, die sehr vernünftig zu seyn scheinet. „ Die „ Luft, sagt er, ist durch dieses Experiment mehr als „ doppelt so schwehr worden, als sonst das Wasser „ ist: weil nun das Wasser nicht kan zusammen gepresset werden, so erhellet daraus, daß die Luft„ Theilgen von einer gantz andern Beschaffenheit seyn „ müssen, als die Wasser-Theilgen; denn wenn sonsten die Luft von einerley Natur mit dem Wasser „ wäre, so würde man sie nicht weiter, als auf einen „ 800 mal kleinern Raum haben bringen können, und „ also würde sie alsdenn accurat eben so dichte gewesen seyn, wie das Wasser, würde auch allen Arten „ derer Drucke mit eben einer solchen Kraft widerstanden haben, dergleichen man bey dem Wasser bemercket. „

Bey dieser Gelegenheit bringet auch HALES einen Maaßstab bey, den man, die Höhen des Meeres abzumessen, gebrauchen könte; weil aber die Regel des MARIOTTE von der Fähigkeit der Luft sich zu verdicken, nur bey denen geringern Graden der Zusammenpressung ihre Richtigkeit hat, und man nicht weiß, in was für einen Verhältniß sich dieses flüßige Wesen in denen äussersten Graden zusammen pressen lasse, so wird also dieser Maaßstab nicht können gebraucht werden.

Der Herr AMONTONS hat diese grosse Fähigkeit der Luft, sich zu verdicken, an statt sie in Zweifel zu ziehen, noch grösser voraus gesetzet, als sie aus der Erfahrung bekannt ist, und zwar als einen Grundsatz, woraus man, nach seiner Meynung, gewisse innerliche Be-

*) In der Statick derer Gewächse, im Anhang, p. 390. der Frantzösischen Ausgabe.

wegungen unserer Erdkugel erklären könne. Denn nachdem er bewiesen, daß die durch die Wärme erregte Schnellkraft der Luft um so viel stärcker sey, je dichter dieses flüßige Wesen ist, so hält er sich gewiß versichert, daß die Erdbeben keineswegs durch Massen von einer unterirrdischen Luft, die sich ausdehneten, möchten können erreget werden; wobey er auch zugleich zeiget, daß der unterste Theil einer auf 18. Meilen gegen den Mittelpunct der Erde verlängerten Säule des Dunstkreises in dieser Tiefe eine Dichtheit haben würde, die des Queckſilbers seiner gleich käme *)

Die vorhergehenden Experimente und unsere denenselben beygefügte Wahrnehmungen haben gezeiget, in wie fern die Luft ihre Dichtheit verändere, und auf was für eine Art ihre Schnellkraft sich bey einem grössern oder kleinern Druck vermehre oder vermindere: es ist demnach nunmehro nichts weiter übrig, als daß wir noch erkennen was für Würckungen die Wärme und die Kälte in diesem flüßigen Wesen herfür bringen.

Es ist hier der Ort nicht, wo wir die Natur des Feuers, und wie dasselbe in die Cörper würcke, untersuchen können; Diese Fragen werden künftig in diesem Werck so umständlich, als es ihre Beschaffenheit erfordert, abgehandelt werden; vorjetzo wollen wir, damit man die Würckungen, so wir gegenwärtig zu erklären haben, desto deutlicher verstehen könne, nur so viel voraus melden: 1) Daß die Kälte weder etwas wesentliches noch auch eine positive Eigenschaft, sondern lediglich derjenige Zustand eines Cörpers sey, der in

*) Siehe die Abhandlungen der Königlichen Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1703. pag. 101.

in der That nicht so warm ist, als er gewesen ist, oder seyn könte, mithin also nichts in der Natur zu finden sey, das schlechterdings kalt wäre. Das Eiß z. E. ist nur in Vergleichung gegen das Wasser kalt, daraus es entstanden ist, oder auch in Vergleichung mit einem jeden andern Cörper, der wärmer ist als dasselbe: dieses ist eine Wahrheit, die wir in Zukunft noch besser erläutern, und mit allen nöthigen Beweißthümern bestärcken werden. 2) Man kan die Wärme als die Würckung einer äusserst subtilen Materie ansehen, deren Uberfluß, oder Würckung, die eigenen Theile desjenigen Cörpers in welchen sie eindringet, von einander entfernet hält, und ihnen einen Theil von ihrer Bewegung mittheilet.

Wenn man sich die Wärme unter diesen Bilde vorstellet, so wird man leichtlich zwey sehr merckwürdige Würckungen begreiffen, die sie in einer Masse von Luft herfür bringet, und die wir so gleich durch Experimente wollen zu erkennen geben. Die erstere von diesen Würckungen bestehet darinnen, daß dieselbe den Umfang einer solchen Masse vermehre, das ist, daß einerley Quantität von Luft vermögend sey, mehr oder weniger Raum einzunehmen, nachdem sie mehr oder weniger erwärmet ist. Die zweyte Würckung der Wärme gegen die Luft ist diese, daß sie ihre Schnellkraft, nach Proportion des Drucks, womit sie beschwehret ist, vermehre, also daß einerley Grad der Wärme, so bey einerley Luft angebracht wird, die doppelt oder dreyfach verdicket ist, ihr eine doppelte oder dreyfache Schnellkraft zuwege bringe, wie wir aus der umständlichen Beschreibung derer Begebenheiten, die eben jetzo sollen angeführet werden, deutlich ersehen wird.

Das achte Experiment.

Vorbereitung.

Man muß unter einer grossen Anzahl solcher gläsernen Röhren, die man sonst zu Verfertigung derer Barometer gebraucht, eins aussuchen, das ohngefehr 1. Schuh, oder 15. Zoll lang, und durchgängig von einem gleichen Durchmesser ist, welches man leichtlich erkennen wird, wenn man von einem Ende bis zum andern eine kleine Säule von Queckſilber hindurch gehen läſſet; denn wenn diese an allen Orten der Röhre, wo sie nur hinkommt, von gleicher Länge ist, so hat man ein gewisses Kennzeichen, daß die Weite in allen solchen Theilen überein sey. Hierauf muß man eines von denen beyden Enden zuschmeltzen, und die Röhre auf glüende Kohlen legen, daß sie heiß und auch fast glüend werde, alsdenn aber sie mit einer warmen Zange anfassen, und das andere annoch offene Ende geschwind in heiß gemachtes Queckſilber stecken, und hernach alles zusammen kalt werden lassen. Siehe die 4te Figur *Tab. XIII.*

Um nun einen bekannten Grad der Erkältung zuwege zu bringen, so stecket man nachhero

hero das zugeschmeltzte Ende einige Minuten lang in gestossenes Eiß, giebt aber dennoch wohl Achtung, daß die Röhre in einer fast horizontalen Stellung verbleibe, damit die darinnen zurück gebliebene Luft durch das Gewicht des Queckſilbers, welches dieſelbe eingeſchloſſen hält, faſt gar nicht zuſammen gedrücket werde.

Würckungen.

Die auf dem Kohlfeuer glühend gewordene, und in das Queckſilber geſteckte Röhre, füllet ſich ſo gleich zum Theil damit an, und wenn ſie ſich einige Zeit lang in dem Eiß befunden hat, ſo nimmt diejenige Portion von Luft, ſo ſich zwiſchen dem zugeſchmeltzten Ende und dem Queckſilber befindet, bey nahe den dritten Theil der Länge von der Röhre ein.

Erklärungen.

Die gläſerne Röhre war vorher, ehe ſie heiß gemachet wurde, mit einer Säule von eben ſolcher Luft angefüllet, wie die in dem Dunſtkreiß befindliche: die Theile derjenigen Materie, welche die Wärme herfürbringet, es beſtehe nun ſolche worinnen ſie wolle, nachdem ſie durch das Glaß hindurch gedrungen ſind, und ſich mit der Luft vermiſchet haben, treiben ſodenn die eigenen Theile dieſes flüßigen Weſens auseinander, und um dieſer Urſache willen vermehret ſich der Umfang derſelben gar mercklich; weil ſich aber die Weite der

Röhre, nach eben solcher Proportion nicht vergrössert hat, so ist ein grosser Theil der Luft aus derselben wieder heraus gegangen, und die Röhre ist nur mit einer kleinen Portion sehr verdünneter Luft und mit einer grossen Menge von Feuer-Materie angefüllet geblieben.

Nachdem diese Röhre in das Queckſilber ist gestecket worden, so hat sie angefangen sich wieder abzukühlen, das ist, diese frembde Materie, welche in das Glaß hinein gedrungen war, um sich mit der Luft zu vermischen, ist ausgedünstet, oder hat nach und nach den grössesten Theil ihrer Bewegung verlohren, wodurch also die Luft-Theilgen Gelegenheit bekommen haben sich wieder näher zusammen zu begeben, und dieses um so viel desto mehr, da das Gewicht des Dunstkreisses, so auf der Oberfläche des Queckſilbers ruhet, dieses genöthiget hat in gedachte Röhre hinein zu gehen, und in derselben empor zu steigen, bis daß die wenige in derselben annoch zurück gebliebene Luft, durch eine hinlängliche Verminderung ihres Umfangs, wieder eine genugsame Dichtheit erlanget hatte, um demselben behörig zu widerstehen.

Man ersiehet demnach aus diesem Experiment, daß eine gewisse Quantität Luft, so die Temperatur des Eises hat, und dem Gewicht des Dunstkreisses unterworfen ist, dreymal weniger Umfang habe, als sie sonst zwar unter eben dergleichen Druck, aber in einer solchen Hitze zu haben pflegt, davon das Glaß kan glüend werden; oder, welches eben so viel ist, daß der durch diesen Grad der Hitze ausgedehnte Umfang der Luft sich zu demjenigen, der sich in der Kälte des Eißes befindet, wie 3. zu 1. verhalte.

Man

Man hat durch andere diesen fast gleich kommende Experimente befunden, daß der Umfang der Luft, wenn es anfängt zu gefrieren, sich zu demjenigen, der sich bey der Hitze des siedenden Wassers befindet, wie 2. zu 3. verhalte, und daß sich dieselbe noch ohngefehr um $\frac{1}{9}$ ausdehne, wenn man von derjenigen Kälte an rechnet, da es anfängt Eiß anzusetzen, bis zu unserer gewöhnlichen Sommer-Hitze, die gemeiniglich in des Herrn von Reaumur seinem Thermometer 25. Grad beträgt.

Man bemercket aber bey dergleichen Experimenten zum öftern, fürnemlich wenn man die Luft mercklich warm machet, gar starcke Veränderungen, nach Beschaffenheit des würcklichen Zustandes der Luft, unter welcher man operiret, oder derer Gefässe, die man dabey gebrauchet; denn es geschiehet gemeiniglich, daß wenn sich Feuchtigkeit zu der Luft findet, die man erwärmen will, alsdenn dadurch eine solche Ausdehnung veranlasset werde, die zuweilen 10. bis 12 mal grösser ist, als sie sonst bey eben diesen Grad der Wärme seyn würde, wenn man sich einer truckenen Luft würde bedienen können.

Da im übrigen auch die Luft zu einer Zeit dichter, oder mehr zusammengedrückt ist, als zur andern, so variiret daher der Erfolg auch nach Beschaffenheit der würcklichen Höhe des Barometers, die man in dergleichen Fällen mit wahrzunehmen nicht unterlassen muß.

Anwendungen.

Es geschiehet eigentlich vermittelst der Ausdehnung der Luft, daß man diejenigen sehr dünnen Glaß-Kugeln

geln durch eine gewaltsame Hitze mit einem Knall zersprenget die man an einer Lampe, so zur Schmeltz-Arbeit gebraucht wird, zu blasen und zugleich zu zuschmeltzen pflegt: die Würckung davon ist desto gewisser und ungleich stärcker, wenn man einen kleinen Tropfen Wassers darinnen mit verschliesset, nicht allein weil die Feuchtigkeit eine grössere Ausdehnung zu wege bringt, sondern auch weil die Kühle des Liquors verhindert, daß das Glaß bey einem grossen Feuer nicht so bald weich wird, und der Ausdehnung der eingeschlossenen flüssigen Materie so gleich nachgiebt, ohne daß es davon zersprenget wird. Wenn man diese kleinen Petarden an ein Wachslicht hält, um jemanden zu erschrecken, so muß man besorgen, daß die zarten Glaß-Theilgen möchten in die Augen springen, und demjenigen Beschwerlichkeit verursachen, die sich dafür nicht in Obacht nehmen können. Die Castanien, oder Maronen, welche unter der heissen Asche platzen, sind nicht so gefährlich; es ist aber solches gleichfals eine Würckung, die von eben derselben Ursache herrühret; die unter der Schale eingeschlossene Luft dehnet sich aus, und macht, daß sie mit einem Knall zerplatzet, wofern man nicht die Vorsorge braucht, und einen Schnitt hinein macht. Je mehr nun dieselbe widerstehet, je stärcker ist der Knall bey dem aufplatzen.

In der ersten Vorlesung *) habe ich einer kleinen gläsernen runden Kugel mit einem gekrümmten Hals, erwehnet, von der ich voraus gesetzt, daß sie zum Theil mit einem wohlriechenden Liquor angefüllet sey; ich habe

*) In dem ersten Abschnitt bey dem dritten Experiment, p. 81.

habe aber damals nicht gemeldet, wie man es anstellet, daß man denselben in dieses kleine Gefäß bringet, indem dessen Hals und vorderste Oefnung so enge sind, daß man sich nicht einmal darf einfallen lassen einen Trichter hierzu zugebrauchen. Man kan aber dennoch mit dieser Operation leicht zum Zweck gelangen, wenn man dieses kleine Fläschgen warm macht, und die Oefnung sogleich in den Liquor steckt, womit man es anfüllen will: denn indem man die Luft durch die Wärme ausdehnet, so treibet man einen grossen Theil derselben heraus, und indem das übrige derselben sich nachhero nach dem Maaß wieder verdicket, wie sie allmählig kälter wird, so lässet sie einen leeren Raum zurück, in welchen sodenn die Schwehre des Dunstkreisses den Liquor treibet, wie solches in Ansehung der bey dem vorhergehenden Experiment gebrauchten Röhre geschehen ist.

Auf eben solche Art füllet man auch die Thermometer, deren Röhren gemeiniglich so rege sind, daß man nimmermehr durch einiges anderes Mittel den Liquor würde hineinbringen können, oder wenigstens viel Zeit dazu anwenden müste. Die Ausdehnung der Luft selbst würde nur noch ein unvollkommenes Mittel in dergleichen Fällen seyn, wo man das Gefäß völlig anzufüllen suchet, weil durch eine sehr grosse Hitze nur ohngefehr $\frac{2}{3}$ von der Luft können heraus getrieben werden; man nimmt aber noch ein anderes Mittel zu Hülfe, davon wir nachhero handeln werden, und wodurch eine weit vollständigere Austreibung der Luft zuwege gebracht wird.

Um nun wieder auf die Thermometer zu kommen, so beweiset dasjenige, welches SANCTORIUS erfunden,

und

und durch die 5te Figur *Tab. XIII.* vorgestellet ist, seine Würckungen vermöge der Luft ihrer Fähigkeit sich auszudehnen. Wenn man die Hand an die oberste Kugel hält, so erwärmet sich die darinnen befindliche Luft, welche zugleich einen Theil der Röhre, bis in N, anfüllet, sie dehnet sich darauf aus, und treibet einen gefärbten Liquor in den untersten Behälter hinab, dessen Fortgang man deutlich siehet, und der durch gewisse auf das Bretgen gezeichnete Grade kan abgemessen werden. Wenn die erwärmte Luft nachhero wieder kalt wird, so verdecket sie sich, und eben derselbe Liquor, der vorher durch eine Säule des Dunstkreisses, die auf M trift, war gedrücket und fortgetrieben worden, steiget nunmehro wieder gegen die Kugel hinauf, welches man an denen Graden des Maaßstabs wahrnehmen kan, die er von unten nach oben zu durchwandert. Wir werden die Historie von diesen Instrumenten wieder vor uns nehmen, wenn wir von denenjenigen handeln, die man gebraucht, die Grade der Wärme und Kälte abzumessen.

Wie man nun aber durch die Zusammenpressung der Luft die Wasser zum Springen bringt, also kan man gleichergestalt sich auch der Ausdehnung derselben bedienen. Es würden diese Grundsätze derer Bewegungen auf unendliche Weise können angewendet werden; allein, weil die Sammlung, so man davon machen könte, sich nicht zu der Absicht dieses Wercks schicket, so werde ich bloß bey zweyen Exempeln stehen bleiben, aus welchen man auf die übrigen leichtlich wird schliessen können. A B, *Fig. 1. Tab. XIV.* ist ein flaches gläsernes enge zusammen laufendes Gefäß, das oben und unten offen ist, dessen unte-

terster Theil auf einen Kasten, C D, befestiget ist, den man als ein Fußgestell eingerichtet hat; in A ist eine kleine Röhre, E F eingekittet, die von einer Seite spitzig zulauft, wie ein Aufsatz auf einen Springbrunnen, mit dem andern Ende aber bis auf einige Linien von dem Boden des Gefässes reicht. Durch den untersten engen Hals B gehet hernach eine andere offene Röhre, die sich bis in G erstrecket, wo sie eingekittet ist, und mitten durch das Fuß-Gestelle gehet, damit sie in eine Gattung einer kupfernen Kugel gelange, wo sie angelötet ist. Der Kasten C D ist innwenoig mit Bley ausgelegt, und der Deckel, den man aufheben kan, wird mit Hacken befestiget.

Die kupferne Kugel ist bloß mit Luft, das Gefäß A B aber bis ohngefehr auf $\frac{3}{4}$ seiner Weite mit Wasser angefüllet und in den Kasten C D giesset man siedend Wasser durch ein Loch, das oben angebracht ist, worauf man einen Trichter setzen kan.

So bald nun die in der Kugel befindliche Luft durch das siedende Wasser erwärmet wird, in welches diese Kugel versencket ist, so dehnet sie sich durch die Röhre G allmählig aus, und indem sie vermöge ihrer Schnellkraft auf die Oberfläche des in dem Gefäß A B befindlichen Wassers drücket, so verursachet sie, daß solches als ein Spring-Brunnen durch die kleine Röhre E herausgehet. Die kupferne Kugel muß wenigstens 2mal so groß seyn, als das Gefäß A B; denn die Luft dehnet sich (wie wir bereits oben gesaget haben,) durch die Wärme des kochenden Wassers nur um $\frac{1}{3}$ aus, und das Wasser kan in den Kasten, darinnen sich die vorgedachte Kugel befindet, nicht kochend heiß werden.

Man

Man kan einen kleinen Spring-Brunnen verfertigen, nach der Art desjenigen, der *Tab. XIII. Fig. 5.* ist vorgestellet worden, wenn man die Flasche, an statt daß sie in den Luft-leeren Raum gebracht wird, in ein Gefäß voll kochend Wasser steckt; alsdann aber muß diese Flasche aus Metall bestehen, damit sie nicht durch die grosse Hitze, oder die jählinge Ausdehnung der Luft, zersprenget werde.

Will man einen feurigen Spring-Brunnen vorstellen, so darf man nur einen guten Weingeist darzu nehmen, und die Oefnung des Gefässes vorher einige Minuten lang mit dem Finger zuhalten, oder auf andere Art verstopfen, um diesen Liquor Zeit zu lassen, daß er ein wenig warm werden könne, und sodenn zündet man ihn, indem er herausspringet, mit einem Wachs-Licht an. Siehe die 2te Figur *Tab. XIV.*

Bishero hat man also gesehen, daß die Wärme den Umfang der Luft ausdehne, wenn sie sich frey und ungehindert ausbreiten kan; aus demjenigen, was nunmehro folget, wird man gewahr werden, daß eben diese Ursache ihre Schnellkraft vermehre, wenn ein solcher Umfang durch gewisse Hindernisse eingeschrencket ist.

Das neundte Experiment.

Vorbereitung.

A B C, *Fig. 3. Tab. XIV.* ist eine gläserne Röhre, die etwas über 4. Schuh lang ist, inwendig ohngefehr eine Linie zum Durchmes-

ser

ser hat, untenher gebogen, und am Ende mit einer dünnen holen Kugel versehen ist, deren Durchmesser 4. oder 5. Zoll beträgt. In diese lässet man Queckſilber hinein laufen, also, daß vorerst nur die Krümme D B C dergestalt ausgefüllet werde, daß wenn man das Instrument gerade aufrichtet, alsdenn das Queckſilber sich selbst das Gleichgewicht auf beyden Seiten halte. Man kan daher leicht erachten, daß, um die Würckung zu erhalten, die in der Kugel eingeschlossene Luft, zu der Zeit, da das Experiment angestellet wird, nicht stärcker dürfe verdicket seyn, als die in dem Dunstkreiß befindliche. Hierauf füllet man noch so viel Queckſilber in den Theil A D von der Röhre, bis daß sich darinnen eine Säule von 28. Zollen, von dem schnur geraden Stand, das ist, von der Linie D C an zu rechnen, befindet, und sodenn tauchet man den gantzen untersten Theil dergestalt in ein mit kochenden Wasser angefülletes Gefäß hinein, daß die Kugel völlig damit bedeckt sey.

Würckungen.

Wenn das Instrument also in dem siedenden Wasser stehet, so steiget das Queckſilber auf 18. Zoll und etliche Linien in dem längsten Theil der Röhre in die Höhe, welches eine Säule von ohngefehr 46. Zoll ausmacht, von dem schnur-geraden Stand des Queckſilbers in dem kürtzesten Theil der Röhre an zu rechnen.

Erklärungen.

Wenn sich nur bloß in der Krümme etwas von Queckſilber befindet, und ſolches auf keiner Seite höher ſtehet, als auf der andern, ſo befindet ſich die in der Kugel eingeſchloſſene Luft, vermöge ihrer Schnellkraft, mit der Schwehre des Dunſtkreiſſes im Gleichgewicht, als von welcher Schwehre man voraus ſetzet, daß ſie unter der Zeit, da man das Experiment anſtellet, 28. Zollen Queckſilbers gleich ſey. Diejenigen 28. Zoll von Queckſilber, ſo man hernach in dem langen Theil der Röhre hinzuthut, verdoppeln alſo dieſen Druck, und folglich auch die Dichtheit der in der Kugel befindlichen Luft Wenn nun dieſe alſo zuſammen gepreſſete und unter das kochende Waſſer gebrachte Luft in den Stand gelanget, daß ſie nach 18. Zoll und 8. Linien tragen kan, ſo giebt ſolches einen Beweiß ab, daß dieſer Grad der Wärme ihre Schnellkraft um $\frac{1}{3}$ vermehre; den 18. Zoll und 8. Linien ſind accurat der dritte Theil von 56. als die Summe des doppelten Drucks, womit die Luft vorher beſchwehret war, ehe man die Kugel eintauchte.

Weil die 18. Zoll und 8. Linien von Queckſilber in der langen Röhre mit Verminderung des in der kürtzern Röhre befindlichen, empor ſteigen, ſo vermehret ſich der Umfang der erwärmten Luft allezeit ein wenig, und zwar aus zweyerley Urſachen: 1) Weil ihm das Queckſilber, welches auf die andere Seite weichet, etwas Raum verſtattet, um ſich auszudehnen; 2) weil ſich das Glaß durch die Wärme erweitert, und der innere Umfang der Kugel nothwendig

et-

etwas grösser wird, wie wir solches an einem andern Ort zeigen werden. Daher kommt es, daß, wenn die Dichtheit der Luft in etwas vermindert wird, alsdenn die Stärcke ihrer durch die Wärme vermehrten Schnellkraft nicht vollkommen so groß mehr ist, als sie seyn würde, wenn der gantze Umfang solcher Luft beständig in seinen ordentlichen Gräntzen eingeschlossen verbliebe. Solchemnach erstrecket sich die Vermehrung der Säule des Queckſilbers, ausser denen 28. Zollen, niemals höher, als auf 18. Zoll und 8. Linien; man hat aber dessen nur eine kleine Quantität vonnöthen, wenn man sich einer Röhre bedienet, die, in Vergleichung gegen die Weite der Kugel, recht enge ist.

Es ist also eine unstreitige Begebenheit, daß die Stärcke der Schnellkraft durch die Hitze des kochenden Wassers um $\frac{1}{3}$ vermehret werde. Worinnen bestehet nun aber die Ursache dieser Begebenheit, und wie gehet es eigentlich zu, daß die Theilgen der erwärmten Luft eine grössere Steifigkeit erlangen? Man kan indeß behaupten, indem man aus genugsam wahrscheinlichen Ursachen schliesset, „ es bestehe die Würckung des Feuers *) wie wir bereits angezeiget haben, „in einer unzehligen Menge kleiner sehr starck erschütterten Theilgen, welche in die Cörper eindringen. „Wenn nun diese in eine Masse von Luft eindringen, „so öfnen sie die Schnecken-förmige Plättgen in derselben (laminae spirales), und wickeln solche aus „einander, nicht allein weil sie neue Cörper sind, die ihren Aufenthalt in denen zwischen-Räumen nehmen sondern hauptschächlich darum, weil es solche

*) Siehe die Historie der Academie derer Wissenschaften vom Jahr 1702. pag. 3.

„Cörper sind, die sich mit vieler Heftigkeit bewegen; „und daher rühret die Vermehrung dieses Umfangs „von Luft. Ist nun diese solchergestalt eingeschlos„sen, daß sie sich nicht ausdehnen kan, so müssen die „Feuer-Theilgen, welche sich bestreben, vorgedachte „Schnecken-förmige Plättgen zu eröfnen, solches aber „nicht zu wege bringen, nothwendig die Stärcke der „Schnellkraft dieser Luft vermehren, die hingegen auf„hören würde, wenn jene sich frey und ungezwungen „öfneten. Wenn die Luft verdicket ist, so befin„den sich mehrere Luft-Theilgen in eben demselben „Raum, und wenn die Feuer-Theilgen in dieselbe „eindringen wollen, so beweisen sie alsdenn ihre Wür„ckung gegen eine grössere Anzahl von Luft-Theilgen, „das ist, sie verursachen entweder eine grössere Aus„dehnung, oder eine grössere Vermehrung der Schnell„kraft. Wenn nun die Luft mit einem schwehreren „Gewicht belästiget ist, so ist sie mehr verdicket, mit„hin muß also eben derselbe Grad der Wärme, wenn „sie sich alsdenn nicht ausdehnen kan, (wie man sol„ches allezeit voraus setzet) ihre Schnellkraft noch wei„ter vermehren.„

Anwendungen.

Wenn man so verfähret, wie bey dem vorhergehenden Experiment ist gezeiget worden, so bemercket man, daß die Vermehrung der Schnellkraft der Luft, so durch die Wärme des kochenden Wassers ist zuwege gebracht worden, dem dritten Theil des Gewichts gleich sey, womit die Luft alsdenn beschwehret ist, wenn das Experiment im Frühling oder Herbst angestellet wird, das ist, zu einer solchen Zeit, die bey

nahe

nahe das Mittel hält zwischen der grossen Hitze und der grossen Kälte. Solchemnach würde die Luft, so wir durch das Athem holen in uns ziehen, und die allezeit mit einem Gewicht beschwehret ist, das dem von 28. Zoll Queckſilber bey nahe gleich kommt, wenn sie durch siedendes Wasser solte erwärmet seyn, die Stärcke ihrer Schnellkraft um 9. Zoll und 4. Linien vermehren, welches der dritte Theil von 56. ist. Hingegen wird eine Luft, die beständig in einerley Verdickung bleibt, ihre Schnellkraft verschiedentlich verändern, nach der Verschiedenheit derer Grade der Wärme.

Der Herr AMONTONS, dem man diese Entdeckung zu dancken, hat selbst hiervon eine nützliche Anwendung gemacht, indem er nach diesen Grundsatz ein Luft-Thermometer *) verfertiget, welches mir scheinet das erste gewesen zu seyn **), bey dem sich die Grade der Wärme auf einen bekannten äussersten Stand beziehen; denn vorhero zeigten dergleichen Instrumente nichts weiter, als nur daß es kälter oder wärmer sey, als an einem andern Ort, oder zu einer andern Zeit, da man sie beobachtet hatte. Die übereinstimmenden Thermometer haben unter seinen Händen ihren Ursprung genommen, und wenn Er sie nicht bis zu demjenigen

*) Siehe die Abhandlung der Academie derer Wissenschaften vom Jahr 1702. pag. 161.

**) In denen Philosophischen Transactionen vom Jahr 1693. findet man unter der 197sten Nummer eine Abhandlung des Herrn HALLEY, worinnen gezeiget wird, wie man ein Thermometer verfertigen soll, das an allen Orten mit andern kan verglichen werden, ohne einen beygefügten Maaßstab.

nigen Grad der Vollkommenheit gebracht, darinnen sie sich heut zu Tage befinden, so muß man ihm zum wenigsten sehr verbunden seyn, daß er uns auf die Spuhr gebracht hat.

Ein in einem Zimmer befindlicher heisser eiserner Ofen, verdünnet ohnfehlbar die Luft desselben, weil solche nicht dergestalt eingeschlossen ist, daß sie nicht solte mit der ausserhalb befindlichen einige Gemeinschaft haben, vermittelst kleiner Spalten und anderer Oefnungen, so sich an der Thür, oder an denen Fenstern befinden, und ihr die Freyheit verstatten sich auszudehnen. Inzwischen erhält sich diese also verdünnete Luft, welche nicht so dichte ist als der Dunstkreiß, dennoch mit demselben im Gleichgewicht, weil solche, indem sie warm wird, einen Grad der Schnellkraft erlanget, wodurch sie in den Stand gesetzet wird, den Druck des Dunstkreisses zu unterstützen. Eben dieselbe Ursache, welche die Dichtheit vermindert, pflegt in gleichen Grad ihre Schnellkraft zu vermehren, und ersetzet also eins den Abgang des andern.

Hingegen verhält es sich gantz anders, wenn man Feuer in einem Camin anmachet: die Luft verdünnet sich darinnen, ohne daß ihre Schnellkraft vermehret wird, weil sie sich leichtlich ausdehnen kan: das Gleichgewicht zwischen denen beyden Säulen des Dunstkreisses, welche auf die beyden äussersten Ende der Camin-Röhre treffen, höret alsobald auf: Denn da diejenige, welche von unten hinweg drucket, alle ihre Dichtheit behält, so wird sie der andern überlegen, die zum Theil verdünnet ist, und ziehet daher als ein Strohm von unten nach oben hinaus. Dieses geschiehet wenigstens insgemein und am gewöhnlichsten; wir werden aber

anders-

anderwärts Gelegenheit haben zu untersuchen, was für Ursachen diese Würckung verhindern, und die Luft nöthigen können, daß sie durch den Camin sich herunter ziehen muß.

Der allgemeineste, wichtigste und nöthigste Gebrauch der Luft äussert sich bey dem Athemholen. In einer jeden Minute hebet sich die Brust ohngefehr 50 mal in die Höhe, und sencket sich wiederum nieder, und durch diese abwechselnde Bewegung, die eines Blasebalges seiner, der auf- und nieder gezogen wird, ziemlich gleich kommt, ziehet sie sich zusammen, und erweitert sich wieder: unter währender Erweiterung nimmt sie die äussere Luft auf, welche, indem sie durch die Schwehre des Dunstkreisses gedruckt wird, in die Lungen-Bläsgen hinein gehet; wenn sich nun nachhero die Brust niedersencket, so gehet die Luft, welche nicht mehr darinnen kan aufbehalten werden, heraus, und führet diejenigen Dünste mit sich fort, womit sie beschwehret ist. Die erstere von diesen beyden Handlungen, nennet man das Einathmen, und die andere das Ausathmen, und beyde sind so unentbehrlich zur Erhaltung des Lebens, daß kein Thier zu finden ist, welches nicht ohnfehlbar sterben solte, so bald man ihm diese doppelte Bewegung benimmt, oder dasselbe einer solchen Luft beraubet, die vermögend ist, solche zu unterhalten, wie man aus denen folgenden Experimenten ersehen wird.

Das zehende Experiment.

Vorbereitung.

Man stellet eine Taube, oder einen andern Vogel, auf den Teller einer Luft-Pumpe, decket eine grosse Glocke darüber, und ziehet den Stempel etliche mal herauf, damit die Luft allmählig verdünnet werde. Siehe die 4te Figur *Tab. XIV.*

Würckungen.

Wenn die Dichtheit der Luft unter der Glocke bey nahe bis zur Helfte vermindert ist, so bekommt der Vogel Convulsionen; öfters gehet auch der in denen Gedärmen enthaltene Unrath durch den Schnabel, oder durch den ordentlichen Weg heraus, und wenn man fortfähret, die Luft noch weiter unter der Glocke hinweg zu nehmen, oder auch den Vogel nur wenige Minuten in diesem Zustande verbleiben lässet, so stirbt er völlig; lässet man aber bald wieder Laft hinein, so erholet er sich in kurtzer Zeit wieder. Diese Wiederherstellung ist aber, die Wahrheit zu sagen, von keiner langen Dauer; ich habe fast keine Vögel, noch auch andere Thiere gesehen, welche sonderlich lange nach dieser Probe gelebet hätten.

Das eilfte Experiment.

Vorbereitung.

Man wirft einen kleinen lebendigen Fisch in ein grosses gläsernes mit Wasser angefülletes Gefäß, und bedeckt dasselbe, nachdem man es auf den Teller der Luft-Pumpe gesetzet, mit einer grossen Glocke. Siehe die 5te Figur *Tab. XIV.*

Würckungen.

Nach dem Maaß, wie man die Luft unter der Glocke heraus ziehet, wird man auch gewahr, daß Luft-Bläsgen unter denen Schuppen aus denen Ohren und dem Maul des Fisches herfürkommen. Es bleibet auch derselbe beständig an der Oberfläche des Wassers, und kan nicht auf den Boden des Gefässes gelangen; endlich stirbt er daselbst, jedoch nicht eher, als etliche Stunden nach dieser Probe, und wenn man wieder Luft unter die Glocke hinein lässet, es geschehe nun vorher, ehe er stirbt, oder nach dem Todte, so fällt er wieder auf den Boden hinab, und kan durchaus nicht wieder an die Oberfläche des Wassers gelangen.

Erklärungen.

Das animalische Leben bestehet fürnemlich, wie man weiß, in der Bewegung des Hertzens, und dem

Umlauf des Blutes. Nun aber wird eines so wohl, als das andere, wenn man denen geschicktesten Zergliederern glaubt, und deßfals nach ihren Beobachtungen und Erfahrungen urtheilet, durch das Athemholen unterhalten, es sey nun entweder, daß die durch die Schwehre des Dunstkreisses in die Lunge hinab getriebene Luft die Stelle eines Gegenstandes, (antagonista), in Ansehung dererjenigen Muskeln, vertritt, deren sich die Natur zu dem Einathmen bedienet, und daß zugleich dieselbe, indem sie diejenigen Gefässe zusammen drucket, in welche das Blut durch die Zusammenziehung des Hertzens ist getrieben worden, dieses dadurch nöthiget, gegen diese Quelle zurück zu gehen, und nachhero gegen andere Theile des Leibes sich zu wenden; oder, daß die zertheilte, und so zu reden, filtrirte Luft sich mit dem Blut vermischet, und indem es solches, durch seine Schnellkraft gleichsam belebet, zugleich mit demselben circuliret *): so kan demnach ein Thier, dem das Athemholen verwehret ist, unmöglich beym Leben bleiben.

Der Vogel, welchen man in eine starck verdünnete Luft gebracht hat, holet nicht mehr Athem, weil diese Luft keine Gemeinschaft mehr mit der Schwehre des Dunstkreisses hat, als von welchen sie abgeschieden ist, und weil so wohl seine Schnellkraft, als seine Dichtheit, sehr vermindert ist. Die Brust erweitert sich also vergebens, da dasjenige flüssige, welches sonst in dieselbe einzudringen pflegte, seine Kraft verlohren hat: Solchemnach kan diejenige abwechselnde

*) Nach der Meynung des Herrn MERY, in denen Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften vom Jahr 1700 pag. 211.

selnde Bewegung, so wir das Athemholen nennen, nicht mehr statt haben, weil man von denen beyden Kräften, welche dieselbe zuwege bringen, eine unterdrücket, oder schwächet, welches entweder das Gewicht, oder die Schnellkraft der Luft ist.

Eine andere Ursache, wodurch die Thiere in einem Luft-leeren Raum um das Leben kommen, bestehet darinnen, daß die Luft, so sich bey ihnen in verschiedenen Hölen, und selbst in denen flüssigen Theilen ihrer Cörper befindet, sich alsdenn sehr verdünnet, wenn sie durch den Druck der äussern Luft nicht mehr zurück gehalten wird; denn indem alle diese Portionen von Luft einen viel grössern Umfang erlangen, als sie sonst unter dem natürlichen Zustand haben, so pressen sie öfters diejenigen Theile zusammen, oder zerreissen auch wol solche, wo sie sich eingeschlossen befinden, oder verursachen vielmehr Verstopfungen in denen Gefässen, und hemmen den Fortgang derer Feuchtigkeiten. Daher kommt es ohne Zweifel, daß die Thiere gemeiniglich Ubelkeiten bekommen, und sich von ihren Unrath entledigen, wenn man dergleichen Versuche mit ihnen anstellet; denn, indem die in den Magen oder denen Gedärmen enthaltene Luft anfängt sich auszudehnen, so treibet sie die unverdaueten Speisen, oder die Unreinigkeiten, welche ihr den Weg versperren, vor sich heraus.

Man darf gar nicht daran zweifeln, daß sie in denen Cörpern derer Thiere, und selbst dererjenigen, welche die Natur bestimmet hat in dem Wasser zu leben, Luft befinde, weil man dieselbe nach dem Maaß, wie die Luft unter der Glocke herausgezogen wird, aus dem Fische herfürkommen siehet. Es hat vollkommen

das

das Ansehen, daß die Thiere, so nur in dem Wasser, oder auch im Wasser und auf der Erde leben, (amphibia,) auf eine andere Art Athem holen, als diejenigen, so beständig in der Luft leben, weil sie nicht so geschwinde sterben, wenn man sie dieses Elements beraubet; man muß aber auch glauben, daß die in ihren Cörper befindliche Luft, die sich alsdenn ausdehnet und alles in Unordnung bringet, ihr Absterben in dem Luft-leeren Raum am meisten beschleunige. Diejenige doppelte Blase, welche man in denen Carpen und denen meisten andern Fischen findet, dehnet sich in dergleichen Fall aus, und bläset ihren Cörper auf: daher kommt es, daß sie, so lange als sie sich in dem Luft-leeren Raum befinden, wieder ihren Willen oben schwimmen, weil sie alsdenn leichter sind, als der Umfang des Wassers, worauf sie treffen; hingegen werden sie kleiner, und fallen wider Willen zu Boden, wenn man die Luft wieder unter die Glocke eindringen lässet, weil die nunmehro sich wieder ausdehnende Blase zum Theil ausgeleeret ist, und das übrige von der noch darinnen befindlichen Luft, wenn dieselbe wieder eben so dichte wird, wie die Luft des Dunstkreisses, nicht mehr dieselbe völlig auszufüllen vermag, wie man hiervon leichtlich kan überzeuget werden, wenn man einen solchen Fisch aufschneidet.

Anwendungen.

Aus der anietzo gegebenen Erklährung derer beyden Experimenten siehet man, daß in dem Luft-leeren Raum befindliche Thiere aus zwey Haupt-Ursachen daselbst sterben; erstlich wegen Mangel des Athemholens, und zweytens wegen Ausdehnung der Luft,

die

die sich in ihren Cörper eingeschlossen befindet. Da nun die Geschlechte und Gattungen nicht allein in Ansehung der Gestalt und Sitten, sondern auch in Ansehung der Bildung, Anzahl und Grösse derer inneren Theile von einander unterschieden sind, so ist es wahrscheinlich, daß alles, was Athemholet, nicht auf einerley Weise Athemhole; daß ferner in gewissen Thieren das Athemholen häufig und oft, hingegen aber in andern langsamer, und bey einer dünneren Luft, wenigstens auf eine gewisse Zeitlang geschehen könne. Hieraus siehet man also offenbar, warum unter so vielen Thieren, von verschiedenen Gattungen, mit welchen BOYLE, die Florentinische Academie, DERHAM, MUSCHENBROEK, und so viel andere Naturkündiger, in dem Luft-leeren Raum Versuche angestellet haben, einige innerhalb 30. oder 40. Secunden gestorben, wie z. E. fast alle Vögel, Hunde, Katzen, Caninchen, Mäuse, u. d. gl. da inzwischen andere etliche Stunden lang unter dem Luft-leeren Raum ausgehalten, wie die Fische, die meisten kriechenden Thiere und besonders der Frosch, welcher bisweilen diesen Versuch einen gantzen Tag lang widerstehet, ehe er stirbt. Denn weil diese letztern Thiere bequem in dem Wasser leben, so kan man nicht sagen, daß sie nöthig hätten auf solche Weise Athem zu holen, wie die Thiere so auf der Erde leben; und vielleicht würden sie noch länger in dem Luft-leeren Raum ausdauren, als sie so thun, wenn sie daselbst nichts weiter auszustehen hätten, als eine blosse Beraubung der Luft, und wofern diejenige, so sie in ihren Leibern haben, nicht auch zugleich in der Oeconomie ihrer Theile, durch ihre grosse Ausdehnung, manche Unordnung

anrichtete. Es veranlasset mich aber zu diesen Gedancken besonders der Umstand, daß man siehet, wie sie sich mercklich aufblehen, und daß man nachhero, wenn sie todt sind, ihre Lungen allezeit sehr schlaff, und schwerer als das Wasser befindet.

Man könte auch noch eine andere Ursache zum Behuf dieser Meynung anführen, welche darinnen bestehet, daß fast alle Insecten, auch so gar diejenigen, so in freyer Luft leben, die Schmetterlinge, Fliegen und Käfer, einen Mangel der Luft, der sich öfters auf etliche Tage lang erstrecket, ohne Lebens-Gefahr ausstehen, ohne Zweifel, weil ihnen der Luft-leere Raum, da sie nur sehr kleine Portionen Luft, die sich sehr wenig ausdehnen können, in ihren Cörpern haben, nur in Ansehung des blossen Mangels des Athemholens tödtlich werden kan; und weil diese kleinen Thiere wahrscheinlicher Weise lange Zeit dauren können, ohne etwas, am wenigsten eine gröbere Luft, einzuathmen.

Inzwischen wollen wir doch einräumen, daß der natürliche Zustand aller dieser Thiere darinnen bestehe, daß sie können Luft schöpfen, und daß man ihnen Gewalt anthue, wenn man sie derselben beraubet. Man siehet den Fisch sich von selbst an die Oberfläche derer Teiche begeben, um frische Luft zu erhalten, und die vorher eingezogene wieder auszustossen. Die Natur-Verständigen sind darinnen einstimmig, daß er dasjenige, was davon in dem Wasser zerstreuet ist, gleichsam zu filtriren und sich zuzueignen wisse; und wenn er unter dem Eiße stirbt, so hat man Ursach zu glauben, daß solches deßwegen erfolge, weil ihm die Luft gemangelt hat, indem man diesen Zufall verhütet, wenn

wenn man dafür sorget, daß das Eiß bey Zeiten aufgehauen werde: Mit einem Wort, der Fisch lebt viel länger in der Luft und ohne Wasser, als es ihm bey vollen Wasser möglich ist, wenn er keine Luft hat.

Zu dieser letztern Begebenheit, die ihre vollkommene Richtigkeit hat, füge ich eine andere, welche ich bey sichern Schriftstellern finde, und auch selbst in Holland und Engelland von verschiedenen Personen gehöret habe, von denen ich nicht vermuthen kan, daß sie mich hätten hintergehen wollen. Man hänget, dem Vernehmen nach, Carpen, in zarten Netzen, an einem kühlen Ort über feuchtes Moß, und mästet sie zwey oder drey Wochen lang mit Brosamen, so vorher in Milch geweichet worden. Wenn diese Erzehlung ihre Richtigkeit hat *), so ist es offenbar, daß auch so gar dem Fische die Luft nöthiger sey, als das Wasser, und daß man aus diesem Grundsatz noch Vortheil ziehen könne.

Es haben einige Schriftsteller wahrgenommen, daß die neu-gebohrnen Hunde, Katzen, Caninchen u. d. gl. nicht so bald in dem Luft-leeren Raum sterben, als die erwachsenen von eben solchen Gattungen: dieses rühret davon her, weil das Athemholen diesen letztern un-

*) Ich habe dieses Experiment zweymal vergeblich versuchet, gleichwol aber daraus noch nichts gewisses schliessen können, weil die Carpen, welche ich hierzu gebraucht, wegen des ziemlich weiten Transports, sehr abgemattet, oder auch, nachdem man sie aus dem Wasser genommen, schlecht mit ihnen war umgegangen worden. Ich habe ihnen niemals etwas können beybringen, sondern sie sind in weniger als 24. Stunden gestorben.

ungleich mehr nöthig ist, als denen erstern. Um diesen Unterschied desto genauer einzusehen, muß man wissen, daß vor der Gebuhrt nur ein Umlauf des Bluts zwischen der Mutter und der Frucht geschehe. Bey der letztern, die noch nicht Athem holet, gehet das Blut, vermittelst einer Communication, so die Zergliederer das Ey-förmige Loch genennet, aus dem rechten Hertz-Ohr in das Lincke, ohne daß es genöthiget wäre durch die Lunge zu gehen, als in welche der äussern Luft noch kein Zugang verstattet wird: nach der Gebuhrt hingegen verschliesset sich dieser Weg nach und nach, und das Athemholen wird ohnumgänglich nöthig, um die Lungen-Bläsgen auszudehnen, und den Umlauf des Blutes in dem neuen von seiner Mutter abgesonderten Thier auf gleiche Art zu befördern, wie jener ihr Athem holen vorher denselben in allen beyden unterstützete. Um deßwillen erkennet man auch gemeiniglich daraus, ob ein Kind vor der Gebuhrt gestorben sey, oder noch erstlich vor seinem Absterben Athem geholet habe, wenn man die Lunge in das Wasser wirft; denn wenn dieselbe oben schwimmet, so ist es ein Zeichen, daß Luft darinnen gewesen, und daß das Kind wircklich Athem geholet habe, welches nicht eher, als nach der Gebuhrt, hat geschehen können. Dieses ist eine Probe, die man bey Gerichten hat anzustellen pflegen, wenn man über eine Mutter das Urtheil hat fällen sollen, die beschuldiget worden, daß sie ihr Kind umgebracht habe, und sich damit hat vertheidigen wollen, daß solches todt zur Welt gekommen sey. Man hat aber nachhero wahrgenommen, daß in gewissen Fällen die Lunge einer annoch im Mutterleibe befindlichen Frucht im

Wasser

Wasser oben schwimmen, und hingegen eines neugebohrnen Kindes seine untersincken könne, wodurch also dieses Experiment zur Bestätigung einer so wichtigen Meynung unzulänglich gemacht wird.

Verschiedene Zergliederer *) behaupten, sie hätten das Ey-förmige Loch auch bey Erwachsenen noch offen gefunden. Diese Beobachtung, welche fast ihre unstreitige Richtigkeit hat **), kan gewisse Begebenheiten bestätigen, deren Erzehlung die Gemüther derer Leichtglaubigsten beunruhiget und aufrührisch macht. Dergleichen ist die Historie mit dem Gärtner zu Troningholm in Schweden ***), von dem man sagt, daß er 16. Stunden lang im Wasser und unter dem Eiß gelegen und dennoch nicht ersoffen sey; von solcher Art ist auch diejenige, von einem gewissen Lorentz Jonas, der, wie man sagt, 7. Wochen im Wasser gesteckt, und dennoch beym Leben geblieben. Beyde sind von PECHLINO ****) angeführet, und mit Zeugnissen, die glaubwürdig

*) Siehe die Historie der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1700. pag. 40.

**) Der berühmte Zergliederer in Londen, CHESELDEN, behauptet, es hätten sich alle diejenigen, welche geglaubt haben, das Ey-förmige Loch zu sehen, geirret, indem sie die Oefnung derer Cronen-Adern dafür angesehen. DERHAM Theolog. phys. Lib. IV. Cap. 7. not. 15.

***) Eine gewisse Person hier zu Lande, von vornehmen Stand und grosser Einsicht in denen Wissenschaften hat mich versichert, daß diese Begebenheit beständig in Schweden vor wahr angenommen werde; sie habe sich aber nicht zu Troningholm, sondern zu Stromsholm, wo sich der Hof gemeiniglich aufzuhalten pflegte, zugetragen.

****) Tr. de Aëris & alimenter defectu.

würdig zu seyn scheinen, bestärcket werden. Ich halte zwar an meinem Theil dafür, daß man allerdings Mühe haben werde, sich davon zu überzeugen; wenn es aber gleichwol wahr ist, daß man so lange leben könne, als das Blut zu circuliren vermag, daß ferner der Umlauf des Bluts in denenjenigen frey von statten gehe, bey welchen das Ey-förmige Loch noch offen ist; und daß eben dasselbe bey Erwachsenen annoch ist gefunden worden: würde es sodenn wohl unmöglich seyn, daß sich dergleichen Begebenheiten zutragen solten?

Man wird hingegen dasjenige um so viel leichter glauben, was von verschiedenen Personen erzehlet wird, die auf Befehl derer Gerichten, oder auf andere Art, sind erdrosselt worden, und die man gleichwol noch lebendig gefunden, als sie vom Galgen abgenommen worden. Dergleichen Exempel kommen öfterer vor, und verschiedene dererselben sind mit hinlänglichen Zeugnissen bestätiget. Inzwischen scheinet es doch, daß bey denen Aufgehangenen mehr Ursachen des Todes vorkommen, als bey denen Ersoffenen: dergleichen sind nemlich die Zusammenschnürung des Halses, wodurch die Blutgefässe zusammen gedruckt werden, die Gewalt, so dieser Theil erleyden muß, so wol von der eigenen Schwehre des Leibes, als derjenigen, so man noch hinzu füget, wie auch die Stösse und verschiedene Bewegungen, so der Hencker zugleich gebraucht, um dem Delinquenten seine Marter zu verkürtzen. Wenn nun diesem allen ohnerachtet sich dennoch von einer Zeit zur andern einige von dergleichen unglückseligen Leuten finden, die wiederum aufleben *), so möchte mich solches

*) Dergleichen zur Lebens-Strafe verdammte Missethäter entgehen

ches wol zu glauben bewegen, daß man viele Ersoffene noch würde vom Todte erretten können, so nicht gar zu lange im Wasser gelegen, die man öfters aus ziemlich zweydeutigen Kennzeichen für todt hält, und die man durch unrechte und übel angebrachte Hülfs-Mittel erst vollends um das Leben bringet. Ich verstehe aber durch übel angebrachte Hülfs-Mittel das Aufheben bey denen Füssen, da der Kopf herab hänget, welches noch dazu öfters in kalter Luft geschiehet; da es hingegen viel besser seyn würde, wenn man den Umlauf des Blutes durch eine gelinde Wärme, durch flüchtige Spiritus und durch Reiben mit warmen Tüchern, wieder zu erregen, und solche Personen in einer natürlichen und bequehmen Stellung zu erhalten suchte; denn sie haben gemeiniglich sehr wenig Wasser eingeschlucket, und dasjenige, so sich auch etwa in ihren Magen befindet, bringet die wenigste Gefahr oder Nachtheil.

Wenn denen Thieren in dem Luft-leeren Raum, oder in einer sehr mercklich verdünneten Luft, das Athemholen mangelt, so wird es ihnen auch beschwerlich in einer Luft, die über ihren ordentlichen Zustand verdicket ist. DERHAM und MUSCHENBROEK haben Vögel und Fische in eine Luft gesetzet, die zwey- oder

gehen dem Todte, entweder weil die Erdrosselung nicht lange genug gedauret hat, um bey ihnen den Ursprung des Lebens völlig zu unterdrücken; oder weil der Strick, anstatt daß er die Ringel der Luft-Röhre zusammen pressen und zuschnüren solte, seine meiste Gewalt gegen den Schildförmigen Knorpel, den man insgemein den Kopf an der Kähle nennet, und der bey gewissen Personen grossen Widerstand zu thun vermag, geäussert hat, vermittelst dessen also das Athemholen nicht gantz und gar ist unterbrochen worden.

dreymal mehr verdickt gewesen, als sie sonst gewöhnlicher massen, von dem Gewicht des Dunstkreisses, zu seyn pflegt, und die meisten solcher Thiere sind innerhalb 5. oder 6. Stunden darinnen gestorben. Man darf gar nicht zweifeln, daß man ihnen nicht einige Gewalt angethan habe, indem man also das Gleichgewicht zwischen der in ihren Cörper eingeschlossenen, und der denselben von aussen umgebenden Luft aufgehoben, und daß sie noch ungleich mehr würden haben ausstehen müssen, wofern man sie in eine ausserordentliche zusammen gepressete Luft gesetzet hätte. Man wird aber schwerlich glauben, daß die doppelte oder dreyfache Verdickung die Haupt-Ursache ihres Todtes gewesen, wenn man bemercken wird, daß Thiere von eben diesen Gattungen fast eben nicht länger in einer Luft leben, welche einerley Dichtheit und Temperatur mit dem Dunstkreiß hat, wenn ihnen nur bloß die Erneurung derselben ermangelt.

Es ist dieses eine durch die Erfahrung vollkommen bestätigte Begebenheit, die aber von denen Naturlehrern auf verschiedene Art erkläret wird. Einige (und zwar der grösseste Theil derer selben) behaupten, es sey die Luft, so eingeathmet worden, mit solchen Dämpfen und Ausdünstungen beschwehret, die sie aus dem Geblüte mit zurück genommen, und solches davon gereiniget habe, und diese könne also in dieser Beschaffenheit nicht ferner eingeathmet werden, daß sie nicht solte einen Uberfluß von solchen schädlichen Theilen verursachen, die hernach den Umlauf des Bluts aufhalten, und das Thier endlich ersticken. Andere, die mit guten Grund dafür halten, es diene die Luft nicht weiter zum Athemholen, als in so fern sie elastisch ist, glauben daher,

es

es verliehre dieselbe einen grossen Theil ihrer Schnellkraft durch den Auffenthalt in der Lunge, oder in denen Blut-Gefässen, und daß also, um recht frey Athem zu holen, dieselbe müsse verneuert, oder von denen fremden Theilen, womit sie zur Zeit der Ausathmung offenbar beschwehret erscheinet, wieder gereiniget werden. Man kan hierbey alles dasjenige nachsehen, was HALES in seiner Static derer Pflantzen, im 6. Capitel, im 107. und denen nachfolgenden Experimenten angeführet hat, wo man sehr curieuse Beobachtungen finden wird.

Dem sey nun aber auch wie ihm wolle, so handelt man dennoch vernünftig, wenn man sich einer solchen Luft zu entziehen sucht, von der man vermuthet, daß sie mit einer grossen Menge von Ausdünstungen, sonderlich aber schweflichten, angefüllet und verunreiniget ist. Die heimlichen Gemächer, sonderlich wenn sie lange Zeit verschlossen gewesen, die unterirrdischen Löcher, wenn die Minirer denenselben zu nahe kommen, die verschlossene Oerter, in welchen man angezündete Kohlen aufbehalten, und selbst die Keller, in welchen Most oder Bier gähren, sind daher ungemein gefährlich *) Man kan aus der berühmten Grotte in Italien hiervon urtheilen, in welcher weder ein Hund, noch ein jegliches anderes Thier über eine Minute lang verbleiben kan, ohne zu ersticken; durch dergleichen eben so tödtlichen, als gefährlichen Zufall, geschahe es, daß zu *Chartres* in eines Beckers Keller, 7. Personen nach einander vom Dampf derer glüenden Kohlen erstickten **). Nicht we-

*) CAMERARIUS in Epistolis Taurinensibus.

**) Siehe die Historie der Academie derer Wissenschaften vom Jahr 1710, pag. 17.

weniger lässet sich auch davon urtheilen aus der grossen Anzahl von Arbeitern, die bekannter massen auf solche Weise umgekommen, entweder indem sie tiefe Löcher gegraben, oder alte Brunnen ausgeräumet. Auch so gar der Gebrauch derer Wärm- und Kohl-Pfannen kan schädlich seyn, sonderlich im Anfang, wenn sie aus Eisen oder Kupfer bestehen, und man sie sehr heiß werden lässet, indem auch dieses Metall allein sehr schädliche Ausdünstungen in der Luft ausbreiten kan.

Man muß aber nicht allein dergleichen unreine und gleichsam vergiftete Luft vermeyden, deren Würckungen so gar schnell sind; sondern die Vorsichtigkeit erfordert auch, daß man diejenige, so man einzuathmen genöthiget ist, zu reinigen, oder wenigstens zu verneuern suche. Warum solte man sich z. E. nicht dergleichen Mühe geben in Ansehung derer Schiffe, derer Opern- und Comödien-Häuser und derer Hospitäler? Verschiedene sehr geschickte Naturkündiger *) haben hierzu Mittel gezeiget, und die Proben, so man damit gemacht, sind glücklich von statten gegangen. Ich glaube selbst, daß solche Personen, die 9 bis 10. Stunden lang zu Bette liegen, solten Vorsorge tragen, damit sie nicht durch allzudicke Vorhänge verdecket würden, die allzunahe an dem Bette anliegen; denn es ist keineswegs gesund, sich so gar lange in einer kleinen Masse von Luft aufzuhalten, die nicht hinlänglich verneuret wird, und deren Reinigkeit ohnfehlbar durch die unmerck-

*) DESAGVILLIERS in denen Philosophischen Transactionen Num. 487. HALES Description du Ventilateur, par le moyen du quel &c. welche der Herr DEMOURS in das Frantzöische übersetzet hat.

merckliche Ausdünstung und das Athemholen merck-lich würde verändert werden.

Wofern man die Luft eben so leichtlich reinigen, als verneuren könte, so ist es gantz gewiß, daß man solches bey vielerley Gelegenheiten mit aller Sorgfalt würde thun müssen, und es wäre ein Glück für uns, wenn nichts weiter nöthig wäre, als nur den Nutzen davon zu zeigen. Wir wollen einmal von unsern Element eben so urtheilen, wie wir es von dem Element derer Fische zu thun pflegen: wenn das Wasser in einem Teich oder See faul und stinckend wird, siehet man nicht, daß die Fische sodenn elend und matt werden, und kommt hernach nicht in kurtzer Zeit eine Seuche unter dieselben, daß sie häufig abstehen? Welchen Ursachen sollen wir die epidemischen Kranckheiten zuschreiben, deren Zufälle bey solchen Personen; die eine gantz von einander unterschiedene Lebens-Art haben, als bey Kindern und erwachsenen, bey Fürsten und Bauren, u. s. w. immerzu überein sind? Solten wol die Speisen, die Lebens-Art, das Alter oder Temperament schuld daran seyn? oder hat man dieselben nicht vielmehr denen würcklichen Eigenschaften der Luft, welche sie allesammt insgemein unter dem Athemholen in sich zu ziehen pflegen. Siehet man nicht wie dergleichen ansteckende Kranckheiten durch die Winde und andere in dem Dunstkreiß sich ereignende Veränderungen bald herbey gebracht, bald wieder zerstreuet werden?

Boyle *) gedencket eines sehr flüchtigen Liquors, dessen sich Drebellius bediente, die Luft in einer gewis-

*) In seinen Experimentis physico-mechanicis. Exper. 41.

sen Gattung von einem Schiff zu ereignen, welches er ausgesonnen hatte, daß es zwischen zwey Wassern gehen solte; (denn man wuste damals schon, daß eine bereits eingeathmete Luft in kurtzer Zeit zum fernern Athemholen untüchtig würde; es finden sich auch gewisse Schriftsteller *), welche behaupten, daß sie solches Schiff gesehen, und es so gar selbst nachgemacht hätten, aber mit schlechten Succeß, deren Zeugniß also die Sehnsucht nach solcher Invention leichtlich bey uns verringern kan. Was aber den Liquor anbelangt, der allerdings mehr Lob verdienen möchte, und dessen man sich mit grossen Vortheil würde bedienen können, wofern das Geheimniß nicht zugleich mit seinen Erfinder wäre zu Grabe getragen worden, so kan niemand sagen, daß er denselben gesehen hätte, und ich glaube, es werde gar wol erlaubt seyn wenigstens an diesem Wunderwerck zu zweifeln.

Wenn man sich die Hofnung machen kan, die Luft zu reinigen, so glaube ich, man werde nicht anders dazugelangen, als durch eine Art einer Filtration, da man sie zwinget durch eine gewisse Materie zu gehen, wo sie das frembde, so sie mit sich führet, zurücklassen kan; wenn man aber diese Absicht erreichen will, so muß dasjenige, davon man sie befreyen will, von solcher Beschaffenheit seyn, daß es sich stärcker an das filtrum anhänge, als an die Theile der Luft. Die Kenntniß solcher Gleichförmigkeit muß ohnstreitig erst durch eine grosse Anzahl behutsam angestellter Experimenten, und wohl überlegter Beobachtungen zu wege gebracht werden; die Sache selbst ist aber

*) PAPIN Recueil de diuetres Pièces, &c. edit. 1695.

aber von besonderer Wichtigkeit, und es haben verschiedene geschickte Männer *) in dieser Absicht bereits einige Versuche angestellet, die uns ziemliche Hofnung zu einem glücklichen Fortgang machen; und eben diese Betrachtung hat mich beweget, daß ich es gewagt, ein Instrument vorzuschlagen, womit man die Luft möchte können reinigen und die Materien, womit sie etwa beschwehret wäre, zusammen bringen. Siehe die Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften vom Jahr 1741. *pag.* 335. *seqq.*

Es wäre zwar noch sehr vieles zu sagen, von denen Eigenschaften der Luft und ihren Gebrauch, in Absicht auf das Athemholen, und die Art, wie sie einen Einfluß bey dem animalischen Leben hat; allein solche Umständliche Ausführungen, so nützlich sie auch gleich sind, schicken sich nur in einen Tractat, wo man sich vorgesetzet alles dasjenige beyzubringen, was in Ansehung dieses flüssigen Wesens bekannt ist. Da mir nun die Gräntzen, welche ich mir bey diesen Vorlesungen selbst gesetzet habe, nicht erlauben weitläuftiger bey diesem Theil zu seyn, so wende ich mich nun zu einer andern Eigenschaft der Luft, die in Ansehung derer Anwendungen, so man davon machen kan, noch von grosser Wichtigkeit ist. Ich will nemlich durch würckliche Begebenheiten beweisen, daß diejenigen Materien, so am leichtesten verbrennlich sind, sich nur allein in der freyen Luft entzünden können, und daß sie hinwiederum, wenn sie sich bereits entzündet haben, in dem Luft-leeren Raum schnell zu verlöschen pflegen. Das

*) HALES Static derer Gewächse, Cap. 6. Exper. 116. MUSHENBROEK Oration, de methodo instituendi Experimenta physica, pag. 28.

Das zwölffte Experiment.

Vorbereitung.

Man muß ein grosses hellbrennendes Licht auf den Teller der Luft-Pumpe, unter eine etwas hohe Glocke setzen, *Fig. 6. Tab. XIV.* und sodenn die Luft anfangen heraus zu ziehen.

Das dreyzehende Experiment.

Vorbereitung.

A B, *Fig. Tab. XIV.* sind zwey Flinten-Steine, so an zwey kleinen gerade in die Höhe stehenden elastischen Stänglein befestiget sind, die man auf dem Teller eine Luft Pumpe, in einem kleinen metallenen Rahmen, der in dem Mittelpunct befestiget ist, dergestalt aufgerichtet hat, daß sie darinnen hinn und her können geschoben, und näher zusammen, oder weiter von einander können gerücket werden. C ist eine von denen mit Leder ausgefülleten Büchsen, deren wir oben Erwehnung gethan haben, und das durch dieselbe hinabgehende Stänglein ist an dem einen Ende an der Achse der Rolle D befestiget, und an dem andern Ende, zwischen denen beyden Flinten-Steinen, ist eine kleine Waltze, die nicht völlig zugerun-

gerundet ist, von guten gehärteten Stahl, befestiget. Wenn man nun das grose Rad EF herum drehet, so wird die Bewegung durch die Zwischen-Rollen, G, G, D, bis in C gebracht, und gehet vermittelst des Stängleins bis unter die Glocke, und indem sodann die stählerne Waltze scharf an die beyde Steine stösset und sich daran reibet, so thut sie die Dienste eines ordentlichen Feuer-Stahls.

Würckungen.

So lange sich die Luft unter der Glocke in ihren natürlichen Zustande befindet, so wird, durch das reiben des Stahls an die beyden Steine, eine grosse Anzahl hell-glängender Funcken herfür gebracht, nach dem Maaß aber, wie sich die Luft daselbst durch die Würckung der Luft-Pumpe verdünnet, so vermindert sich die Anzahl dieser Funcken, und ihr Glantz wird etwas schwächer: kommet sodenn die Luft bis auf die äussersten Grade der Verdünnung, so wird man kaum noch einiger solcher Funcken gewahr, die sodenn nur dunckel-roth aussehen: ist endlich die Luft so starck heraus gezogen, als es nur möglich seyn will, so kommen gar keine Funcken mehr zum Vorschein, lassen sich aber hingegen sogleich wieder sehen, so bald man nur etwas Luft unter die Glocke gehen lässet.

Das vierzehende Experiment.

Vorbereitung.

Man befestiget unter einer hohen Glocke *Fig 1. Tab. XV.* die eben, wie die vorhergehende, mit einer Büchse, so mit Leder ausgefüllet, versehen ist, einen kleinen aufrecht stehenden metallenen Rahmen, wie derjenige, darauf die Flinten Steine gestellet waren, in welchen sich die kleine gläserne Phiole H, an zwey zu beyden Seiten befindlichen Zapfen, hin und her bewegen lässet. In dieses kleine Gefäß thut man einige Körner von Schieß-Pulver, und mitten auf den Teller setzet man, auf ein Stück Ziegelstein, ein recht dickes kupfernes Gefäß, K, das man vorher glüend gemacht hat. Hierauf ziehet man die Luft schleunig heraus, und wenn die übrige unter der Glocke befindliche auf das äusserste verdünnet ist, so drucket man das Stängelgen I nieder, und mit demselben zugleich auf den Hals der Phiole, welche sich darauf bieget, und das Pulver in das glüende Gefäß ausschüttet.

Würckungen.

An statt daß das Pulver sich entzünden und gewöhnlicher massen um sich schlagen solte, so zer-

zertheilet es sich nur in einem Rauch, ohne allen Bliz, oder es kommt zum höchsten nur eine kleine und ganz niedrige blaue Flamme zum Vorschein.

Erklärungen.

Es ist eine in der Naturlehre angenommene Meynung, daß die Flamme in einer schwingenden oder zitternden Bewegung (mouvement de vibration) bestehe, die denen Theilgen des verbrennlichen Cörpers ist mitgetheilet worden, die sich unter der Gestalt eines ungemeinen subtilen flüssigen Wesens zerstreuen. Wenn man diesen bedingten Lehrsatz annimmt, den wir künftig untersuchen werden, wenn wir von der wesentlichen Beschaffenheit des Feuers werden handeln, so ist es leicht zu begreiffen, warum die Cörper sich in dem Luft-leeren Raum nicht entzünden, und warum die Flamme in demselben verlöschet: denn eine schwingende oder zitternde Bewegung kan nur in einem mit einer Schnellkraft begabten Mitteldinge geschehen, welches einer Reaction fähig ist, die jene unterhält; solchemnach verlöschet das Licht allmählig, nach dem Maaß, wie man die Luft unter der Glocke verdünnet, weil die Schnellkraft des flüssigen Wesens, so sich um dasselbe herum befindet, sich gleichermassen, wie seine Dichtheit, vermindert, und weil zugleich die Vibrationen der Flamme von ihrer Seite nicht genugsame Reaction mehr erhalten. Aus eben dieser Ursache entstehet von dem Schieß-Pulver, das man auf das glüende Metall fallen lässet, in dem Luft-leeren Raum nur ein blosser Rauch, der höchstens

stens eine sehr schwache Flamme, die augenblicklich verschwindet.

Inzwischen muß ich bey dieser Gelegenheit anzeigen, daß man diesen letztern Versuch nur mit einigen wenigen Körnern von Schieß-Pulver anstellen müsse, wie auch in dem Artickel von der Vorbereitung ist gemeldet worden; denn der entzündete Schwefel und Salpeter bringen wieder Luft unter der Glocke zuwege, und wenn man sich hierbey einer etwas grössern Quantität bedienet, so würde dasjenige, welches zuletzt in das glüende Gefäß fällt, ohnfehlbar entzündet werden, und könte sodann mit einiger Gefahr um sich schlagen.

Die Funcken, welche aus dem Stoß des Stahls gegen die scharfen Feuersteine entstehen, sind kleine Theilgen des Metalls, die sich durch die Gewalt des Stosses von der Masse absondern, und zugleich dergestalt erhitzen, daß sie glüend werden, ja öfters gar schmeltzen. Hiervon kan man leichtlich überzeuget werden, wenn man dieselben auf ein weisses Pappier fallen lässet, und hernach durch ein Vergrösserungs-Glaß betrachtet; denn alle diese kleine Stückgen Stahl erscheinen sodenn als kleine hellgläntzende Kügelgen, welches deutlich anzeiget, daß sie erstlich geschmoltzen sind, und hernach eine runde Figur angenommen haben, wie alle dünne und weiche Materien, die in geringer Quantität in einem flüssigen Mitteldinge sich herum bewegen.

Man kan hierbey zugleich wahrnehmen, daß verschiedene solcher Funcken in der Luft leuchten, und ein helleres und stärcker gläntzendes Feuer vorstellen, als die andern; dieses sind nun eben diejenigen welche zum

schmel-

schmeltzen gelangen, und sich bis zur Zerstreuung derer Theile entzünden: man kan sie auch leichtlich auf dem Pappier durch ihre Farbe unterscheiden, welche brauner ist, und weil sie sich ohne Mühe zerreiben lassen, wie der Hammerschlag.

MUSCHENBROEK hat nach dem BOYLE, HUYGHENS und verschiedenen andern Naturkündigern sehr viele Versuche, über die Entzündung derer Cörper in dem Luft-leeren Raum, angestellet, davon man die umständliche Beschreibung in seinen *Tentaminibus Experimentorum natural. captorum in Academia Florent. del Cimento, paz. 74. seqq.* nachsehen kan. Diejenigen, welche besondern Fleiß auf die Natur-Lehre wenden, werden dieselben mit grossen Nutzen nachlesen, und ich bedaure, daß ich sie hier anzuführen unterlassen muß.

Anwendungen.

Weil die Flamme nur allein in einem mit einer Schnellkraft begabten Mitteldinge entstehen und unterhalten werden kan, so darf man sich nicht darüber wundern, daß ein angezündetes Licht, oder eine glüende Kohle auslöschet, wenn man sie in solche flüssige Dinge eintaucht, die sich sonst am leichtesten entzünden, als Wein-Geist und allerhand Oele, und daß hingegen das Licht, oder die glüende Kohle, eben diese flüssige Dinge augenblicklich entzünde, wenn sie erstlich in Dünste sind verwandelt worden. Denn in diesem letztern Zustand sind sie mit der Luft vermischet, und machen zugleich mit derselben ein elastisches flüssiges Wesen aus, das folglich zu einer solchen Reaction geschickt

schickt ist, die erfordert wird die Entzündung zu unterhalten; da hingegen, so lange sie sich in dem Zustande eines Liquors befinden, sie dergestalt wenig einer Zusammenpressung fähig sind, daß man sie so ansehen muß, als ob sie des behörigen Grades der nöthigen Elasticität völlig beraubet wären.

Bey grosser Kälte brennet das Feuer viel besser, und das Holtz verzehret sich weit schneller, als zu einer jeden andern Zeit, vermuthlich weil die Luft dichter ist und mehr Schnellkraft hat; hingegen bemercket man, daß eine Pfanne voll glüender Kohlen gar bald verlösche, wenn sie in die Sonne gesetzet wird, fürnemlich im Sommer.

Was soll man wohl von denenjenigen Grab-Lampen derer Alten glauben, welche, wenn man einigen Schriftstellern trauen soll, verschiedene Jahrhunderte hindurch zu brennen pflegten, ohne zu verlöschen? Ein Feuer, daß seine Nahrung nicht verzehret, und daß an solchen Orten beständig fortdauret, wo die Luft sich nicht verneuret, die auch mit groben Dämpfen angefüllet sind, ist ein Wunder, dessen Existentz durch gewissere Beweise müste bestätiget werden, als alle diejenigen sind, die man noch zur Zeit davon hat, ehe man sich um eine Erklärung bekümmert, von der man sich dennoch schwerlich einigen Beyfall möchte zu versprechen haben: denn es ist nicht genung, daß sich in solchen Lampen Luft um die entzündeten Materien herum befindet, sondern es muß auch zugleich diese Luft frey seyn, und eine gewisse Reinigkeit haben. Hieraus siehet man warum die Feuersbrünste gemeiniglich bald aufhören, wenn sie an solchen Orten entstehen, die man von allen Seiten verstopfen kan, wenn

anders

anders ihre Wände der Gewalt der Luft und derer Dämpfe, die sich innerhalb denenselben ausdehnen, zu widerstehen vermögen. Ohnerachtet nun die verneuerte Luft die Flamme unterhält und das Feuer stärcker erreget, so pflegt dennoch das Blasen mit dem Munde, oder der Wind, ein Licht auszulöschen, weil dadurch die Theile der Flamme zerstreuet, und das Feuer von seiner Nahrung getrennet und entfernet wird: so oft nun diese Zerstreuung nicht erfolgen kan, so wird die Entzündung, an statt daß sie aufhören solte, nur immer mehr vermehret.

Hiernächst muß ich auch anzeigen, daß man mit denen Entzündungen in dem Luft-leeren Raum niemals anders, als mit grosser Behutsamkeit, Versuche anstellen müsse, fürnemlich mit denenjenigen, welche vermittelst der Gährung entstehen sollen: denn weil die liquores, so zu dieser Würckung sich schicken, gemeiniglich um so viel activer sind, je weniger sie durch das Gewicht des Dunstkreisses zusammen gedrücket werden, so muß daher die Auseinandertreibung dererselben in dem Luft-leeren Raum natürlicher Weise viel gewaltsamer seyn, als anderwärts, sie mögen nun entweder unter der Gährung eine grosse Menge Luft herfür bringen, deren Schnellkraft sich augenblicklich ausbreitet, wie einige Naturkündiger vermeynet haben *), oder auch, nachdem sie in Dünste sind verwandelt worden, durch ihre eigene Entzündung sich selbst ausdehnen. Ohnerachtet ich nun zwar die erstere von diesen beyden Erklärungen keineswegs mißbillige, so glaube ich dennoch, daß man bey der letztern mehr Wahrscheinlichkeit finden

*) SLARE Leçons de Physique de Cotes, XVI. Leçon.

werde, wenn ich erst an einem andern Ort die erstaunenden Würckungen werde gezeiget haben, welche die ausgedehnten Dämpfe herfür zu bringen vermögend sind.

Bishero haben wir nun die fürnehmsten Eigenschaften derjenigen Luft durchgegangen, welche die Cörper von aussen umgiebt; es findet sich aber dieses flüßige Wesen auch in ihren innersten, es dringet, so zu reden, mit in ihre Zusammensetzung hinein, wie das Wasser von einem See oder Fluß in das darinnen liegende Holtz oder Steine eindringet, und in denen Verhärtungen, so sich daselbst zu bilden pflegen, einen beständigen Platz behält.

Es mögen sich die Cörper in einem Zustand befinden, in welchen sie wollen, so findet man Luft darinnen: die flüßigen Materien enthalten viel davon, die mehresten dichten Cörper aber noch mehr, und was hierbey am meisten zu bewundern, das ist dieses, daß fürnemlich in diesen letztern die Quantität der Luft, so sich darinnen eingeschlossen befindet, öfters ihren Umfang um 100. bis 150. mal übertrifft, wenn sie nemlich daraus frey gemacht ist, und nur bloß durch die Schwehre des Dunstkreisses zurück gehalten wird.

Man kan die Luft eines Cörpers auf viererley verschiedene Arten hinweg nehmen: 1) wenn man denselben einige Zeit lang in dem Luft-leeren Raum erhält; 2) wenn man ihn sehr heiß werden lässet; 3) wenn man seine Theile vermittelst der Gährung, der Auflösung, oder der Destillation, zertrennet, und endlich 4) wenn man sie aus dem Stand der Flüßigkeit in den Stand der Dichtheit versetzet, als wenn man z. E. das Wasser gefrieren lässet. Vermittelst derer beyden erstern

stern Arten, und vielleicht auch der vierdten, werden nur die gröbsten Theile der Luft loß gemacht, ich meyne diejenige, so sich nur in denen weitesten Zwischenräumen befindet, und die eine etwas nähere Neigung hat, sich auszudehnen und weiter auszubreiten. Nach der dritten Art zu verfahren, scheidet man die kleinsten Theilgen derselben von einem solchen Cörper, diejenigen nemlich, welche durch die äusserste Zartheit fast unbiegsam gemacht worden, und die nur alsdenn erstlich mercklich werden, wenn ihrer mehrere wieder mit einander vereiniget sind, und etwas grössere Kügelgen formiren: denn man kan sich leichtlich vorstellen, daß die kleinen Plättgen, woraus eine Masse von Luft zusammen gesetzt ist, keine einfache, sondern vielmehr kleine aus denen zärtesten Elementen zusammen gesetzte Cörper sind, und daß ihre Steifigkeit allezeit grösser sey, je mehr sie zertheilet sind, gleichwie ein stählernes Blech seine Biegsamkeit nach gerade immer mehr verliehret, je mehr man seine Länge vermindert. Es kan sich auch zutragen, daß die Luft, welche mit zur Composition derer aus verschiedenen Materien zusammen gesetzten Cörper kommt, und zur Bildung ihrer Haupt-Theile etwas mit beyträgt, bis auf ihre Elementar-Theilgen zertheilet sey, und daß sie deßwegen von derjenigen sehr unterschieden ist, die nur bloß die leeren oder Zwischenräume eben dieser Materie ausfüllet.

Daher ist es also gekommen, daß Boyle, und nach ihm Hales, dieser aus denen Cörpern heraus gezogenen Luft den Nahmen der gemachten Luft, (aër factitius,) beygelegt haben, nicht darum, daß sie geglaubet hätten, man könne, vermittelst der Verwandlung einer Materie in die andere, Luft machen; sondern weil die-

diejenige, so in einem jeglichen Cörper, es sey auch was für einer es wolle, vorhanden, und mit demselben auf das genaueste vermischet ist, gemeiniglich durch Beyhülfe der Kunst gleichsam wieder belebet wird. Man kan in denen Wercken dieser beyden Schriftsteller selbst *) die ausführliche Beschreibung dererjenigen Experimenten nachsehen, die sie über diese Materie gemacht haben, wie auch die Schlüsse, so sie daraus hergeleitet. Ich will hier nur bey einigen Exempeln stehen bleiben, die hinlänglich seyn können, um sich eine Vorstellung von dieser gemachten Luft zu machen, ingleichen von ihren Eigenschaften und von denen Würckungen, so sie herfür zu bringen vermögend ist.

Das funfzehende Experiment.

Vorbereitung.

Man muß in einen gläsernen Becher, der mit reinen und hellen Wasser angefüllet ist, ein Stück Holtz oder Stein, eine Nuß, ein Ey, oder sonst einen jeglichen andern dichten und sehr poreusen Cörper legen, dergestalt, daß sie völlig mit Wasser bedecket sind und auf dem Boden liegen, welches leicht geschehen kan, wenn man an diejenigen Materien, welche leichter sind als das Wasser, ein Stück Bley bindet. Alles dieses bedecket man hernach

*) BOYLE Experimentorum phys, mechanic. Continuat. II HALES Static derer Pflantzen, Cap. 6. und im Anhang Experim. 2. sqq.

nach mit einer Glocke über dem Teller der Luft-Pumpe, und fängt alsdenn an die Luft unter derselben zu verdünnen. Siehe die 2te Figur, *Tab. XV.*

Würckungen.

So oft man den Stempel heraus ziehet, so kan man jedesmal bemercken, daß eine grosse Menge Luft-Bläsgen aus dem in Wasser liegenden Cörper hervor kommen, und wenn man ihn nach diesen Versuch öfnet, so findet man ihn von Wasser ganz durchdrungen und angefüllet, und zwar weit mehr, als er es durch eine blosse solche Eintauchung seyn könte.

Erklärungen.

Die in denen Zwischenräumen des Holtzes, des Steins, u. d. gl. eingeschlossene Luft, ist wenigstens eben so dichte, als die Luft des Dunstkreisses, deren Schwehre sie zu unterstützen pflegt. Wenn man nun durch die Würckung der Luft-Pumpe diesen Druck aufhebet, oder wenigstens vermindert, so dehnet sich diese Luft, vermöge ihrer Schnellkraft, aus, ihr Umfang erweitert sich, und da sie in denen kleinen Räumen, wo sie sich zuvor befand, nicht ferner verbleiben kan, so begiebt sie sich in das Wasser, und wird unter der Gestalt kleiner Kügelgen sichtbar, welche sich sodenn, wegen ihrer respectiven Leichtigkeit, schnell in die Höhe begeben.

Die Luft, welche aus dem dichten Cörper heraus und in das Wasser gehet, womit derselbe umgeben ist,

verwandelt sich in kleine Kügelgen und diese Würckung ereignet sich überhaupt bey einer jeglichen flüßigen Materie, die sich in einem andern Fluido versenckt befindet, mit dem sie sich nicht leicht vermischet, vermuthlich deßwegen, weil seine von allen Seiten überein zusammen gedruckte Theile nach einem gemeinschaftlichen Mittelpunct hinweichen. Ich weiß gar wohl, daß man wider diese Ursache einwende, es behielten die Wasser-Tropfen, oder die Theilgen des Queckssilbers in dem Luft-leeren Raum des BOYLE ihre runde Gestalt; ich weiß aber auch zugleich, daß solches, eigentlich zu reden, kein vollkommen Luft-leerer Raum sey, und daß alles, was man davon behaupten kan, darinnen bestehe, daß der Druck in demselben schwächer sey, als in einem andern: allein die Würckung, davon hier die Rede ist, rühret nicht so wohl von einen stärckern oder schwächern Drucke her, als vielmehr von einem Druck, der von allen Seiten her überein ist, den man in einem solchen Gefäß nicht wird ableugnen können, wo man weiß, daß keine gröbere, sondern nur eine verdünnete Luft sich befindet, und worinnen, wie man einstimmig dafür hält, sich allezeit ein flüßiges Wesen befindet, das von demjenigen frey und unabhänglich ist, welches man vermittelst der Luft-Pumpe heraus ziehet.

Wenn man die Luft wieder unter die Glocke hinein gehen lässet, so befindet sich das Wasser in dem Becher mehr zusammen gepresset, als es bey der verdünneten Luft war, folglich drucket sie mehr auf die gantze Oberfläche des darinnen liegenden Cörpers. Indem nun die in denen Zwischenräumen desselben vorher bereits verdünnete Luft diesem neuen Drucke nachgiebt, so begiebt sie sich in einen engern Raum zusammen, und das

Wasser

Wasser sucht die leeren Stellen wieder einzunehmen, welche jene verlassen hat. Hieraus siehet man, warum diese Cörper, wenn sie nach dem Experiment geöfnet werden, von dem Wasser durchdrungen, oder angefüllet, erscheinen.

Das sechzehende Experiment.

Vorbereitung.

Man stellet einen gläsernen, etwas hohen, und nicht gar zu weiten Becher unter die Glocke einer Luft-Pumpe, nachdem er vorher bis auf $\frac{2}{3}$ mit Bier, Milch, Wein-Geist oder laulichten Wasser angefüllet worden, und fängt alsdenn an die Luft heraus zu ziehen.

Würckungen.

Nach dem Maaß, wie sich die unter der Glocke befindliche Luft verdünnet, so machet sich die in dem Liquor enthaltene allmählig loß, und steiget in Gestalt kleiner Blasen, deren Anzahl und Grösse sich immer weiter vermehret, gegen die Oberfläche empor. Bey dem Wein-Geist und Wasser machen dieselben eine Aufwallung, die eine Zeitlang anhält, und wenn man weiter fortfähret die Luft heraus zu ziehen, so höret endlich diese Würckung auf, und man siehet keine Luft mehr herfür kommen. Das Bier und die Milch steigen wie ein Gäscht, oder Schaum, empor, und breiten sich über das Gefäß aus. Siehe die 3te Figur *Tab. XV.*

Erklärungen.

Es geschiehet auch hier, daß man der in dem Liquor zerstreueten Luft Gelegenheit giebt sich davon loßzumachen, indem man den Druck der äussern Luft zurück hält; denn da er nicht mehr so starck beschweheret ist, wie vorher, so gewinnet er einen grössern Umfang, und seine respective Leichtigkeit, die alsdenn mächtiger ist, als die Friction und andere Ursachen, veranlasset also, daß er gegen die Oberfläche empor steiget.

Je leichter der Liquor zu zertheilen ist, je schneller steigen die Luft-Bläsgen in die Höhe, und je grösser werden sie auch, weil sie weniger Widerstand finden, um sich auszubreiten; daher kommt es, daß, so bald die Luft unter der Glocke bis auf einen gewissen Punct herausgezogen ist, der Wein-Geist und das laulichte Wasser, welche sehr flüssig sind, alsdenn auf einmal ihre Luft fahren lassen, welche dieselben in grossen Blasen empor treibet. Da hingegen das Bier und die Milch zähe und klebrige liquores sind, so zertheilen sie sich sehr schwehr; die Luft-Bläsgen, so sich daraus formiren, bleiben gantz enge eingeschräncket, und mit andern noch kleinern Bläsgen umgeben, und steigen nur sehr langsam empor; da auch die iezt-gedachten kleinern Bläsgen nichts anders sind, als die Theile des Liquors selbst, die sich nicht wohl von einander trennen können, so pflegen die Luft-Bläsgen, indem sie dieselben mit sich fortführen, das gantze Gefäß fast auszuleeren.

An-

Anwendungen.

Es stehen viele Leute in der Meynung, daß sich überhaupt alle Cörper sehr lange in dem Luft-leeren Raum erhielten, man muß aber von diesem Vorurtheil gar vieles nachlassen. Es ist wahr, daß diejenigen Cörper, die von solcher Beschaffenheit sind, daß sich durch die Ausdünstung ein Theil ihrer Substantz auflöset, oder daß sie durch die Feuchtigkeit, die in dieselben eindringen möchte, verderben können, sich gemeiniglich in dem Luft-leeren Raum länger zu erhalten pflegen, als in der freyen Luft, weil sie nicht mehr mit einem solchen flüssigen Wesen umgeben sind, welches, wie wir zur andern Zeit erwehnet haben *), die Stelle eines Schwammes, oder absorbirenden Mittels vertrit, und immerzu mit einigen Dämpfen beschwehret ist. Hingegen verhält es sich gantz anders mit denenjenigen Cörpern, die in sich selbst einen Grund der Gährung (principium fermentationis) enthalten; denn 1) indem sie die Luft verliehren, welche bisher ihre Zwischen-Räume angefüllet hat, so wird die innere Bewegung (motus intestinus) ihrer Theile dadurch nur immer freyer, und diese Freyheit wird 2) durch die Hinwegnehmung des Gewichts, oder der Schnellkraft der äusserlichen Luft um so viel desto mehr vermehret, welches mich also zu glauben bewegt, daß die Materien von dieser letztern Gattung sich besser in einer zusammengepresseten Luft, als in einem Luft-leeren Raum, erhalten würden.

Der Burgunder-Wein, welcher über die Alpen ist

*) In dem zweyten Theil dieser Vorlesungen, p. 492. seqq.

geführet worden, ist nicht mehr so starck, als derjenige, den man in Franckreich trinckt; er scheinet blasser von Farbe zu seyn, und mehr im Glase zu spielen, oder Blasgen aufzuwerfen. Solte dieses wohl nicht davon herrühren, weil er, da man ihn über die hohen Berge geführet, etwas möchte gegohren haben, indem daselbst der Druck des Dunstkreisses, weil er schwächer ist als in der Ebene, einigen Anlaß zu einem Anfang der Gährung hat geben können? zu dieser Vermuthung hat mich sonderlich der Umstand veranlasset, weil, als ich eine Flasche voll Wein, in deren Stöpfel ich ein gantz kleines Loch gemacht hatte, einsmals etliche Tage lang in einer nur ein wenig verdünneten Luft erhalten, mir solcher Wein etwas schwächer zu seyn schiene, und bey nahe demjenigen gleich kam, den ich in Piemont gekostet hatte. Ich muß inzwischen noch hinzu fügen, daß mich verschiedene glaubwürdige Personen versichert, es sey derjenige Burgunder-Wein, welcher zur See nach Italien gebracht wird, gleichen Veränderungen unterworfen: es kan also einerley Würckung durch verschiedene Ursachen zuwege gebracht werden.

Die Luft, welche sich von einem Liquor loßmachet, vermehret nothwendig den Umfang desselben so lange, bis sie völlig aus demselben herausgegangen, weil die vorher in denen Zwischenräumen befindliche unmercklichе Kügelgen, wenn sich ihrer mehrere wieder mit einander vereinigen, sodenn grössere Massen formiren, welche neuen Raum in dem Liquor einnehmen: wenn also das Wasser, welches man, bekanntermassen, ohne alle Schwierigkeit in ein mit Asche oder Sand angefülletes Gefäß kan laufen lassen, sich schnell und

auf

auf einmal in viele kleine Eißzapfen, von der Grösse einer Erbse, verwandeln solte, so siehet man leichtlich, daß die gantze Masse alsdenn viel zu groß seyn würde, als daß sie in eben demselben Gefäß solte können aufbehalten werden. Die Luft machet sich auch in denenjenigen flüssigen Materien loß, welche gähren, und die Gewalt, so sie anwendet, um den Umfang derselben zu vergrössern, veranlasset öfters, daß die Gefässe zerspringen, in welchen sie sich befinden.

Es ist unnöthig, hier ein Experiment beyzubringen, um zu beweisen, daß man die Luft aus einer Materie heraustreiben könne, wenn man sie sehr heiß werden lässet; wir haben täglich genugsame Beyspiele von dieser zweyten Methode, bey der Zubereitung unserer Speisen vor Augen. Man höret und siehet auch die Luft aus dem Fleisch und denen Früchten, die man kochen lässet, aus dem grünen Holtz, das man an das Feuer legt, aus dem Wasser und andern flüssigen Materien, die man sieden lässet, herfürdringen. Die erstern Blasen, welche im kochen oben aufwallen, müssen von denen gröbsten Theilen der Luft herrühren, welche, indem sie durch die Wärme in einem Liquor sind ausgedehnet worden, der sich selbst ausdehnet, im Umfang daherzunehmen, und dasjenige mit Gewalt fortstossen, was sich ihrer Ausdehnung und ihren Aufsteigen widersetzet. Ich sage aber dieses nur von denen erstern Blasen; denn wenn ich künftig von dem Feuer und dessen Würckungen handle, so werde ich zeigen, daß ein Liquor, der immer fortkochet, bis daß er gäntzlich ausgedünstet ist, solches keineswegs vermöge einer Quantität von Luft thue, die hinlänglich genung ist, um bis zu Ende auszuhalten.

ten. Wenn aber die Luft aus einem Liquor heraus-gehet, den man heiß machet, so bemercket man beynahe eben dieselbe Würckung, die sich in dem Luft-leeren Raum zeiget; die Bläsgen, so alsdenn entstehen, haben um so viel mehrere Schwierigkeit sich loß-zumachen, je schwehrer diejenige Materie, welche sie umgiebt, zu zertrennen oder auszudehnen ist: daher pflegen sie aus der Milch sich viel langsamer abzuscheiden und empor zu steigen, als aus dem Wasser, und die Würckung des Feuers, welches sie auszudehnen suchet äussert sich ungleich länger gegen eine jede dererselben und zu gleicher Zeit auch gegen eine grössere Anzahl; um deßwillen blähen sich dergleichen flüssige Materien, die Butter, ingleichen die geschmoltzenen Hartze und Gummi, nur nach und nach auf, und betriegen durch ein schnelles und öfters sehr gefährliches aufwallen diejenigen, welche sie nicht mit genungsamer Behutsamkeit heißmachen.

Die Luft macht sich fast eben so von allen denenjenigen Materien loß, deren Theile sich näher zusammen vereinigen und starck verdicken, wie das Wasser aus einem Schwamm herfürkommt, den man zusammendrucket. Man wird zwar jenes sehr selten bey denen dichten Cörpern gewahr, weil, indem sie sich gemeiniglich in der Luft des Dunstkreisses versenckt befinden, die aus ihren innersten herfürkommende Luft sich unmittelbar mit einem flüssigen Wesen vermischet, das ihm selbst gleich ist, und welches um dieser Ursache willen verhindert, daß man sie nicht unterscheiden kan. Solchemnach kan man sich auf keine andere Art von der Würckung, davon hier die Rede ist, überzeugen, als wenn man dergleichen Cör-

per

per im Wasser, oder in einem andern Liquor zusammenpresset.

Diejenigen flüssigen Materien, welche zusammen gefrieren, entledigen sich ebenfals der Luft, so sie in sich enthalten, nach dem Maaß, wie ihre Theile sich näher mit einander vereinigen; und wann diese Luft, welche in Gestalt gantz unmercklicher Theilgen in denen Zwischenräumen vorher zerstreuet war, sich ausser denenselben ausgeschlossen befindet, so sammlet sie sich wieder in verschiedene Bläsgen, und nimmt allerley Gestalten in der Masse an, wenn sie durch den schnellen Fortgang der Gefrierung daselbst auf einmal eingeschlossen und zurück gehalten wird. Ich könte die Erscheinungen, so sich bey dem Eiß ereignen, zum Beweiß anführen; es wird aber alsdenn Zeit seyn, derer selben zu gedencken, wenn ich von dem Wasser, und dessen verschiedenen Zustand handeln werde.

Die letztere Art zu verfahren, und vielleicht auch diejenige, welche unter allen am meisten vermögend seyn kan, die Luft von denenjenigen Materien abzuscheiden, womit sie vermischet ist, bestehet in der Zertheilung ihrer Theile, fürnemlich wenn solche Zertheilung sich bis auf ihre völlige Auflösung erstrecket, wie solches gemeiniglich geschiehet, wenn man sie in die Fäulniß gehen, gähren, destilliren, oder die vermischten Cörper verbrennen lässet.

Daß die Quantität der Luft, so man also herausziehet, bey nahe dem Umfang desjenigen Cörpers gleich komme, aus welchen sie herfür kommt, ist etwas so wunderbares, das man nicht eher, als nach dem Experiment hat glauben dürfen; daß aber diese her-

aus-

ausgezogene und dem Gewicht des Dunstkreisses unter worfene Luft, sehr vielmal die Grösse eben derer jenigen Cörper übertreffe, in denen sie vorher enthalten war, das kan man fast ohne Erstaunen sich nicht vorstellen, und man dürfte veranlasset werden daran zu zweifeln, wofern nicht die glaubwürdigsten Schriftsteller, von denen wir diese Entdeckung haben, ihr Zeugniß auf eine umständliche Beschreibung ihrer angestelleten Versuche gegründet hätten. Des Herrn MARIOTTE und HALES seine sind mir als die richtigsten, und als solche, welche die deutlichste Entscheidung geben, vorgekommen, daher ich folgende aus ihren Schriften genommen habe: der geneigte Leser wird daselbst, wenn er sich die Mühe geben möchte sie in ihren Quellen aufzusuchen, eine grosse Anzahl von Begebenheiten antreffen, deren einige immer curieuser sind, als die andern, und die eben ietzo von mir erklärte Lehre einmüthiglich bestärcken.

Das siebenzehende Experiment.

Vorbereitung.

Die 4te Figur *Tab. XV.* stellet eine metallene sehr dünne Schale für, an deren Boden man eine Vertiefung angebracht, die man mit einem grossen Tropfen Wassers anfüllet, auf welchen man ohngefehr einen queer Finger hoch Baum-Oel giesset. Hierauf bedecket man den Wasser-Tropfen mit einen kleinen gläsernen Gefäß, welches die Gestalt und ohn-

gefehr

gefehr die Grösse eines zusammen gesetzten Würfels hat, und siehet wohl zu, daß dasselbe auch mit Oel angefüllet sey, welches leicht zu bewerckstelligen ist, wenn man dasselbe gegen die Schale bieget, ehe man es darinnen aufrichtet.

Würckungen.

Wenn man die Schale über ein angezündetes Licht, oder Lampe, hält, um den Wasser-Tropfen etwas warm zu machen, so steiget 1) eine grosse Menge kleiner Luft-Bläsgen nach und nach empor, welche, nachdem alles wieder erkaltet ist, einen grössern Raum *) in dem gläsernen Gefäß einnehmen, als der Umfang des Wasser-Tropfens, aus dem sie herfürgekommen sind; und dann verliehret 2) das Oel, welches in dem kleinen gläsernen Gefäß zurück bleibt, seine Durchsichtigkeit, wenn es wieder kalt worden ist.

Erklärungen.

Nach dem Maaß, wie der Wasser-Tropfen allmählig warm wird, entfernen sich auch die Theilgen desselben in etwas von einander; die zwischen denenselben befindliche kleine Oefnungen (pori,) oder Räume, erweitern sich, die Luft-Theilgen, so daselbst bisher zurückgehalten worden, fangen an immer freyer

zu

*) MARIOTTE sagt, einen 8- bis 10mal grössern; allein ohnerachtet ich dieses Experiment sehr vielmal und mit grosser Sorgfalt wiederholet, so habe ich dennoch niemals so viel Luft oben in dem kleinen Gefäß gefunden.

zu werden, und ihre respective Leichtigkeit ist alsdenn hinlänglich, sie völlig frey zu machen, und in den obern Theil des kleinen gläsernen Gefässes hinauf zu treiben. Was aber diese Abscheidung noch mehr befördert, ist die Wärme, welche, indem sie den Wasser-Tropfen ausdehnet, auch zugleich die kleinen Luft-Bläsgen mehr erweitert, daher denn ihr mercklich vermehrter Umfang sie desto leichter, und folglich auch fähiger macht, daß sie über das Wasser und Oel hinauf steigen können. Man kan noch hinzu fügen, daß die Flüssigkeit des Wassers und des Oels durch die Würckung des Feuers vermehret, und dagegen die Friction und die Zähigkeit um so viel vermindert werde, welches also denen Luft-Bläsgen Gelegenheit giebt sich loß zu machen und desto leichter empor zu steigen.

Die Säule von Oel, welche den Wasser-Tropfen bedecket, wird deßwegen trübe, weil die Wärme den Dunst von Wasser in dieselbe treibt, der sich mit denen Theilen des Oels vermischet, und mit ihnen andere Theilgen (moleculas) bildet, durch deren Zusammenfügung das Licht um so viel weniger durchdringen kan, es sey nun daß entweder die kleinen Oefnungen dieses zusammen gesetzten Wesens nicht so gerade sind, als sie in dem Wasser, und besonders in dem Oel, zu seyn pflegen, oder auch daß ihre Theile allzu groß worden sind. Diese letztere Ursache, (welche jedoch die andere nicht ausschliesset,) hat um so viel mehrere Wahrscheinlichkeit vor sich, da eben dasselbe Oel, so mit Wasser beschwehret und undurchsichtig worden ist, bey nahe seine vorige Durchsichtigkeit völlig wieder erlanget, wenn man es von neuen lässet warm werden, ohne zweifel des wegen, weil als

denn

denn die durch die Würckung des Feuers verdünneten Theile, dem Licht wieder einen freyen Durchgang verstatten.

Das achzehende Experiment.

Vorbereitung.

Die Vorbereitung geschiehet bey diesem Experiment eben so, wie bey dem vorhergehenden, dieses einige ausgenommen, daß man grössere Gefässe dazu nimmt, und an statt eines unter dem Oel befindlichen Tropfen Wassers, einen kleinen Cylinder von gemeinen Zucker, der dem Theile A B, nach seiner innern Weite, gleich ist, in laulicht Wasser stecket. Siehe die 4te Figur *Tab. XV.*

Würckungen.

Nach dem Maaß, wie der Zucker in dem Wasser schmelzet, siehet man aus demselben Luft-Blasen herfür gehen, die nach dem obern Theil des Gefässes empor steigen, und wenn die Auflösung völlig geschehen ist, so befindet man gar öfters die Quantität der in die Höhe gestiegenen Luft auf $\frac{2}{3}$ oder $\frac{3}{4}$ dem Raume A B gleich.

Erklärungen.

Indem das warme Wasser in den Zucker hinein dringet, so zertrennet es seine Theile, und zertheilet sie

von neuen; weil nun alsdenn die kleinen Luft-Blasgen, welche sie zwischen sich eingeschlossen hielten, sich frey und gleichsam abgesondert befinden, so steigen sie durch das Wasser, welches allezeit viel schwehrer ist, in die Höhe. Die Quantität dieser Luft-Theilgen variret nun nach der Beschaffenheit des Zuckers, und der gäntzlichen oder unvollkommenen Auflösung seiner Masse: jedennoch kan man allezeit den Umfang der heraus gegangenen Luft, mit dem Umfang des geschmoltzenen Zuckers vergleichen, weil der Raum A B bey den zu einem gemeinschaftlichen Maßstab dienet.

Das neunzehende Experiment.

Vorbereitung.

Man muß die Retorte A B, *Fig. 5. Tab. XV.* worein man eine Materie zu destilliren gethan hat, mit der Vorlage A C, vermittelst einer solchen Gattung eines Leims (lutum) verbinden, der weder bey einer mäßigen Wärme schmeltzet, noch auch von einer leichten Feuchtigkeit aufgelöset wird. Wenn diese beyde Gefässe also mit einander vereiniget sind, so muß man durch ein Loch, welches in den Boden des letztern, oder der Vorlage, ist gemacht worden, die eine Röhre von einem Heber E D F, bis in den Hals hinauf gehen lassen. Hierauf versencket man beyde, die Vorlage und den Heber, in das Wasser, damit

mit die erstere von D bis in F sich anfullen könne, welches vermittelst des Hebers gantz leichtlich geschehen kan, als welcher der Luft den Durchgang verstattet, daß sie heraus gehen kan, und wenn solches geschehen, so ziehet man den Heber heraus, da denn das Wasser in der Höhe bis in F stehen bleibt, vermöge des Drucks des Dunstkreisses, der auf das in der Kufe befindliche Wasser würcket. Endlich macht man die Retorte heiß, indem man sie in einen Destillir-Ofen von behöriger Höhe legt. Wenn nun die Materien, so man destilliret, Luft von sich geben, so wird man solches alsobald gewahr, weil sich der Umfang, der in A F eingeschlossenen Luft erweitert; und wenn dieselben hingegen Luft an sich ziehen, wie es in gewissen Fällen das Ansehen gewinnet, so erkennet man es auch aus der Verminderung eben desselben Umfangs der Luft. Will man auch ferner die gantze Quantität der heraus gekommenen oder wieder eingezogenen Luft, mit der Quantität derer Materien vergleichen, die man vorher in den Recipienten gethan hat, so kan solches auch gantz leicht geschehen, wenn man diese letztere auf ein bekanntes Maaß z. E. auf Cubic Zolle, einrichtet; denn also kan man nach geschehener Destillation

sehen, wie viel Cubic-Zolle von Wasser erfordert werden, um den Raum auszufüllen, den die Luft unterhalb F mehr, oder oberhalb demselben weniger eingenommen hat.

Man darf aber diesen Umfang der Luft nicht eher ausmessen, als wenn alles wieder bis auf eben denselben Grad erkaltet ist, darinnen sich der Theil A F zu eben der Zeit befand, als man den Anfang mit dem Experiment machte; denn es ist schon bekannt, was für eine grosse Veränderung einige Grade mehr oder weniger Wärme, in Ansehung der Ausdehnung dieses fluidi, verursachen können; und damit man in dieser Absicht sich keines mercklichen Irrthums besorgen dürfe, so müste man ein kleines sehr empfindliches Thermometer daselbst mit einschliessen.

Hiernächst ist auch noch etwas zu beobachten, wenn man recht accurat verfahren will, welches darinnen bestehet, daß man bey dem Anfang und Beschluß des Experiments, zugleich nach der Höhe des Barometers sehe, um dadurch gewiß zu erfahren, ob sich die Schwehre des Dunstkreisses unter währender Operation nicht verändert habe: denn es hat seine Richtigkeit, daß der Umfang, der in dem Hals des Recipienten enthaltenen Luft, sich vermehren oder vermindern müsse,

nachdem das Wasser in demselben, durch den Druck der äussern Luft auf die Oberfläche der Kufe, wird mehr oder weniger in die Höhe getrieben werden.

Wenn endlich es auf eine allzugenaue Accurateſſe ankommen solte, so müste man annoch bedencken, daß die Wasser Säule, welche über dem schnurgeraden Stand verbleibet, oder welche unter denselben hinab getrieben wird, und zwar vermöge der gröſſern oder kleinern Quantität Luft, die sich in dem Hals der Vorlage befindet, zugleich verhindere. daß diese Luft niemals eine solche Dichtheit haben werde, die der äussern Luft ihrer vollkommen gleich wäre; allein, zum Glück kan man bey denen meisten solcher Versuche zufrieden seyn, wenn man nur bey nahe die Richtigkeit erreichet, und der Naturkündiger muß öfters die Kleinigkeiten übersehen, damit er in seinen Untersuchungen nicht kleinmüthig gemacht werde.

Würckungen.

Nachdem HALES *) alle Sorten von animalischen, vegetabilischen und mineralischen dichten und flüßigen Materien, bey nahe auf eben solche Art, wie ich jezo beschrieben habe, un-

*) In der Static derer Gewächse, Cap. VI.

tersuchet, so hat Er befunden, daß z. E. ein Cubic Zoll Schweins-Blut, das bis zur Trockne destilliret worden, 33. Cubic-Zoll Luft hervor gebracht habe. Daß ferner ein halber Cubic-Zoll von der Spitze eines Gemsen-Horns, 117. Cubic-Zoll Luft gegeben, welches einen Umfang ausmacht, der 234 mal so groß ist, als der Umfang der destillirten Materie. Daß aus einem halben Cubic-Zoll Eichen-Holtz 128. Zoll Luft heraus gekommen, und daß endlich aus einem Cubic-Zoll der reinsten Erde (terra virginea) 43 mal so viel Luft durch die Destillation erhalten worden.

Eben dieser Autor befand auch, daß das Scheide-Wasser, der Schwefel und verschiedene andere Materien an statt daß sie Luft von sich geben solten, solche an sich gezogen, das ist, daß nach der Destillation der Umfang der in A F enthaltenen Luft sich kleiner befunden, als er vor dem Experiment gewesen.

Erklärungen.

Wenn man eine Materie destilliret, so werden ihre Theile durch die Würckung des Feuers zertrennet, in Dünste verwandelt, und in solcher Gestalt in die Höhe getrieben. Da nun die in solcher Masse befindliche Luft-Theilgen, durch deren Zertrennung und Ausdünstung gantz frey verbleiben, so vereinigen sie sich mit dem in der Retorte und dem Hals der Vorlage enthaltenen Umfang von Luft, welcher daher um so viel mehr vergrössert wird: daher geschiehet es also, daß die Oberfläche des Wassers sich gemeiniglich unterhalb F hinab sencket.

Wenn

Wenn aber die Materie, so man destilliret, von solcher Beschaffenheit ist, daß die Luft sich leichter und stärcker mit derselben vereiniget, als sie sich mit der andern Luft vereinigen kan, so wird sie alsdenn nicht allein die Luft-Theilgen, so sie in sich enthält keineswegs fahren lassen, sondern auch, da sie mehr Oberfläche durch ihre Zertheilung erlanget, sich annoch neue Luft-Theilgen zueignen, indem sie durch den Raum A F gehet; und alsdann steiget das Wasser um so viel weiter empor, um die Stelle der hinweg genommenen Luft zu ersetzen.

Nichts aber ist hierbey schwehrer zu begreifen, als wie sich eine so grosse Menge Luft in gewissen Materien habe aufhalten können, ohne daß sie daselbst scheinet so starck zusammen gepresset zu seyn, als sie wohl sonst seyn müste, wenn man dieselbe, nachdem sie einmal ist in Freyheit gesetzet worden, in einen so kleinen Umfang wieder einschräncken wolte; denn was für eine Gewalt würde nicht erfordert werden, um 234 mal so viel Luft, die der Luft des Dunstkreisses gleich ist, in einen Raum von $\frac{1}{2}$ Cubic-Zoll wieder zusammen zu pressen?

Diese Wahrnehmung lehret uns, daß die mit andern Materien auf das innigste vermischte Luft sich bey denenselben in einem Zustande befinde, der von demjenigen gar sehr unterschieden ist, darinnen wir sie zu sehen bekommen, wenn sie davon befreyet ist, wie ist nun aber eigentlich dieser Zustand der Luft in dem innersten derer Cörper beschaffen, und wie gelanget sie in einen andern, wenn sie sich davon frey machet?

Man kan voraus setzen, wie solches verschiedene von denen heutigen geschickten Naturkündigern

*) gethan haben, daß die Theile der Luft, wenn sie auf das genaueste mit einer andern Materie vermischet ist, einander nicht mehr berühren, und daß sie unmittelbar mit denen Theilgen selbst desjenigen Cörpers vereiniget sind, der sie in sich fasset, so wie etwa z. E. kleine Härgen oder Fäsergen von Baumwolle sich an Sand-Körner anlegen möchten, wenn sie entweder sich um dieselben herum wickeln, oder auch abgesondert in denen Zwischenräumen möchten zu liegen kommen, die bey eben solchen in eine Masse zusammen gehäuften Sand-Körnern etwa auszufüllen wären: denn obgleich verschiedene Baumwollen-Fäsergen, wenn sie zusammen kommen, gemeiniglich eine kleine biegsame Flocke formiren, die einen ziemlich merklichen Raum einnimmt, in Ansehung aller derer leeren Plätze, die einen Theil ihres Umfangs ausmachen, so erkennet man doch gar leicht, daß sie einen ungleich kleineren Raum vermöge ihrer eigenen Materie einnehmen würde, und zwar besonders wenn ihre mit einer andern Substantz ausgefüllete leere Räume nichts weiter zu ihrer Grösse möchten beytragen können. Man muß auch zugestehen, daß ihre Biegsamkeit, und folglich auch ihre Schnellkraft, völlig würde aufgehoben seyn, als welches ohnstreitig erfolgen würde, wenn der Raum zwischen einem und dem andern mit einer dichten Materie ausgefüllet wäre.

Dieser bedingte Lehrsatz ist um so viel wahrscheinlicher, je weniger die Luft so wohl zu derer Cörper ihrer Fähigkeit zur Zusammenpressung, als auch zu ihrer

*) Siehe des Herrn von MAIRAN Dissertation vom Eiß, und des Herrn MARIOTTE Versuch von der Natur und denen Eigenschaften der Luft.

rer Fähigkeit zur Ausdehnung etwas scheinet beyzutragen. Wenn der in denen Thermometern befindliche Wein Geist von der Luft ist gereiniget worden *), so scheinet er, bey Vermehrung der Käite oder Wärme, weder mehr noch weniger empfindlich zu seyn; und die Cörper, so man in dem Luft-leeren Raum einige zeitlang aufbehalten hat, sind dadurch nicht weniger einiger Zusammenpressung fähig worden, ohnerachtet man eine ziemlich beträchtliche Menge Luft aus denenselben hat sehen herfür kommen. Die innere Luft befindet sich demnach, wie HALES sagt, in einem Stand der Fixität, und so gar wenn sie sich davon frey machet, erlanget sie keine Schnellkraft, wenn sie einige frembde Substantz mit sich fortführet, die sie verhindert, daß sie sich nicht mit der andern Luft vereinigen kan, um kleine Kügelgen zu formiren; denn sie kan nur allein in diesem letztern Zustand biegsam und elastisch seyn.

Ich kan zwar nicht läugnen, daß dieses Urtheil auf unstreitige Begebenheiten gegründet sey; es ist aber mit denen andern eben also beschaffen, indem dieselben eben so gewiß, und eben so bekannt sind, und uns nur gantz anders zu schliessen bewegen. Wenn eine Materie in den Luft-leeren Raum kommt, oder es veranlasset die Würckung des Feuers, oder eines auflösenden Menstrui, daß der Zusammenhang ihrer Theile vermindert, oder gar aufgehoben wird, so siehet man, daß sich die Luft alsobald davon loßmache; müssen wir uns nun nicht vorstellen, daß diese Luft

*) Siehe die Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1731. pag. 267.

sich in dem Zustand einer gespanneten Schnellkraft befunden habe, und daß sie, um gleichsam loßzuschnellen, nichts weiter erwartet habe, als die Unterdrückung derer Hindernisse, welche sie davon zurückhielten?

Dieses ist es also, was man zur Vereinigung dieser Erscheinungen sagen kan, die sich sonst zu widersprechen scheinen. Die Luft befindet sich in denen meisten Cörpern in einem zweyfachen gantz verschiedenen Zustand: die grössern leeren Räume, oder diejenigen Oefnungen, welche mit einander Gemeinschaft haben, enthalten dieselbe in Kugeln, oder besser zu sagen, in kleinen Säulen, welche das Gewicht des Dunstkreisses condensiret hat, und die, vermittelst des Zusammenhangs ihrer Theile, das Vermögen behalten haben, sich so gleich auszudehnen und herauszubegeben, so bald der äussere Druck anfängt nachzulassen; die andere etwas mehr zertheilte Luft, füllet nur freystehende und kleinere Oefnungen aus, und die Materie, von der sie umgeben wird, ist mehr zusammenhangend, als elastisch. Um die erstere loßzumachen, ist es genung, wenn man entweder ihre Schnellkraft durch die Wärme starck vermehret, oder die Hinderniß hinwegräumet, wodurch sie beständig gespannet erhalten wird, und diese beyde Mittel sind leicht, 1) weil die Schnellkraft der Luft um so viel lebhafter wird, je grösser ihr Umfang ist, und 2) weil die Oefnungen, welche diese kleine Säulen in sich enthalten, bis an die Oberfläche hinaus reichen. Mit der andern Luft hingegen verhält es sich keineswegs auf solche Art; man muß die Cörper, wenn man sie herausziehen will, in ihre kleinste Theilgen zertrennen,

und

und da man voraussetzet, daß dieses flüssige Wesen beynahe bis in seine erste Elemente wieder verwandelt sey, so darf man von seiner Schnellkraft nichts erwarten, wodurch diese Zertrennung möchte können befördert werden.

Vermittelst dieser vorausgesetzten Meynung begreife ich nun, wie die Luft diejenigen Materien, mit denen sie vermischet ist, weder einer stärckern Ausdehnung, noch einer grössern Zusammenpressung fähig mache, ohnerachtet ihr daselbst ihre Elasticität frey gelassen ist; denn, wenn 1) die kleinen Kügelgen, welche in dem gantzen Umfang einer jeglichen kleinen Oefnung an einander anstossen, sich daselbst wie in einer Scheide eingeschlossen befinden, deren dichte Theile sich untereinander selbst unterstützen, so wird dieser von aussen zusammengepressete Canal gar nichts von der Biegsamkeit der Luft, die er eingeschlossen hält, entlehnen, und folglich wird auch der gantze Cörper, der nur aus einer Zusammenfügung solcher Röhrgen bestehet, weder mehr, noch weniger einer Zusammenpressung fähig seyn, es mögen nun seine kleinen Oefnungen mit Luft angefüllet, oder leer seyn. 2) Wenn diese in denen poris gleichsam abgeformeten Luft-Säulen aus sehr kleinen Kügelgen zusammengesetzt sind, wie man solches voraussetzen muß, so wird die gemässigte Würckung des Feuers sie nur sehr wenig ausdehnen können, und ihre Vergrösserung wird die Erweiterung derer kleinen Oefnung nicht mercklich übertreffen, als welche sich gleichergestalt, durch eben diesen Grad der Wärme, mehr ausdehnen: solchemnach wird die gantze Masse weder einer grössern, noch

einer

einer geringern Ausdehnung fähig seyn, sie mag nun eine elastische Luft in sich enthalten, oder nicht.

Ist denn aber gleichwol diese so genau vermischte Luft, die wir uns vorstellen, als ob sie keine Schnellkraft hätte, weil sie bis auf das äusserste zertheilet ist, würcklich und in der That derselben beraubet? Solten denn ihre Theile, an statt daß sie allzukurtz zur Biegsamkeit geworden sind, nicht vielmehr so viel, als es nur immer möglich ist, wieder übereinander gelegt werden? und solte ihre Unbiegsamkeit nicht vielmehr daher rühren, weil sie nicht noch etwas näher möchten können zusammen rücken, so wie ohngefehr der auf ein Knauel gewickelte Zwirn zu einen harten Cörper wird, den man schwerlich zusammendrücken kan, und der, wenn er aufgewickelt wird, einen ungleich grössern Raum einzunehmen pflegt? Indem ich mich eben bey dieser Vorstellung verweile, so entdecke ich die Ursache, warum diese aus denen Cörpern herausgezogene Luft einen so gar beträchtlichen Raum einnimmt, also daß sie 2. bis 300 mal denjenigen übertrift, davon sie anfänglich nur einen Theil ausmachte. Die Natur hat die Mittel erspahren können, um die Theilgen der Luft, so sie mit zur Composition derer vermischten Cörper nimmt, solchergestalt einzuschräncken; und der Zusammenhang (cohæsio) eben dieser Cörper, es mag nun derselbe eine Ursache haben, was er für eine will, ist eine solche Kraft, die hinlänglich seyn kan, um ihrer Reaction zu widerstehen.

Man könte auch noch eine andere Ursache, um diese erstaunliche Ausdehnung der heraus gezogenen Luft zu erklären, hinzu fügen, welche darinnen bestehet, daß

solche Luft nicht rein, sondern ein zusammengesetztes fluidum sey, das vieles von denenjenigen Materien enthält, aus welchen es heraus gegangen ist. Ich will deßfals keine weitere Beweise anführen, als nur die Würckung, die sie herfürzubringen vermögend ist. Diejenige Luft, welche man aus dem gesäuerten Teig, aus denen Früchten und dem grössesten Theil derer Pflantzen zu ziehen pflegt, löschet das Feuer aus, ersticket die Thiere und giebt sich durch einen starcken Geruch zu erkennen *). Es ist also klar, daß diese Luft mit einem häufigen Dampf beschwehret sey, der einen Theil ihres Umfangs ausmacht; und man weiß sonsten auch, daß alle Substantzen, welche ausdünsten, sich erstaunlich ausdehnen. Solchemnach würden die 128 Cubic-Zoll Luft, welche aus einem halben Cubic-Zoll Eichen-Holtz heraus gehen, sich wahrscheinlicher Weise in eine mercklich kleinere Quantität verwandeln, wenn man das frembde, so sie zugleich in sich fassen, davon abscheiden solte.

Anwendungen.

Die Speisen, so in den Magen kommen, so wohl dichte, als flüssige, lösen sich durch die Verdauung daselbst auf, folglich entledigen sie sich von der Luft, die sie in sich enthalten. Diese also frey gewordene Luft sammlet sich wieder in Blasen, und nimmt einen viel grössern Raum ein, nicht nur weil sie sich, nachdem sie frey worden ist, gleichsam auswickelt und ausdehnet, wie man solches aus denen vorhergehenden

*) BOYLE Experiment. physico-mechan. Continuat. II. HALES Statick der Gewächse, pag. 152.

den Experimenten gesehen hat, sondern auch weil sie zugleich einen ziemlich starcken Grad der Wärme empfindet, wodurch dieses flüssige Wesen um so vielmehr aus einander getrieben wird, je weiter seine Masse ausgebreitet ist.

Wenn die Luft, welche sich also in dem Magen von denen Speisen frey machet, keinen freyen Weg zum Ausgang findet, so drücket sie die Theile, welche sie zurück halten, und dehnet dieselben auseinander, und ihre Gewalt erwecket zuweilen ziemlich heftige Schmertzen, welche man Mino-Coliquen nennet.

Wenn sich ihren Durchgang nichts widersetzet, so gehet sie durch den Mund heraus, und verursachet, das gemeiniglich sehr unangenehme Aufstossen, welches sich öfterer oder seltener äussert, nach dem Unterschied der Quantität derer genossenen Speisen, ihrer Eigenschaften und Zubereitungen, oder auch der würcklichen Disposition des Magens, der sie verdauet.

Dieses Aufstossen ist fast allezeit unangenehm, wenn man auch gleich solche Sachen gegessen oder getruncken hat, die an sich selbst von sehr angenehmen Geruch oder Geschmack sind. Es rühret aber solches davon her, weil sie durch die Verdauung aufgelöset werden, und die Luft, so davon ausdünstet, nur Extracte mit sich hinweg nimmt. Nun giebt es bey denen gesundesten Speisen solche Theile, die, wenn sie von denen andern abgesondert sind, unsere Sinnen auf eine widerwärtige, oder auch gar gefährliche Art angreifen können. Das Brod und der aus Weitzen-Mehl gemachte Zucker-Teig, die Weinbeeren und andere Früchte, schmecken jedermann wohl, und schaden denen gemeinen Leuten im geringsten nicht, und dennoch ist die Luft,

so

so aus denenselben herfürkommt, wenn man sie gähren lässet, übelriechend und tödlich.

Ein mit Speisen überladener Magen wird mehr von dergleichen Ausdünstungen beschwehret, als ein anderer; die Ursache davon siehet man schon hinlänglich. Allein die Eigenschaft und die Zubereitung derer Speisen sind zwey Dinge, die grossen Antheil an dieser Würckung haben. Uberhaupt führen die geistigen und durch die Gährung zubereiteten liquores, als Wein, Bier, u. d. gl. wie auch alle rohe Speisen, eine grosse Menge Luft bey sich, daß man sich besorgen muß, von denenselben beschwehret zu werden, wenn man sich ihrer nicht mässiglich bedienet.

Inzwischen kan auch ein gantz mässiger Gebrauch derer Speisen uns nicht allezeit vor dem Aufsteigen aus dem Magen in Sicherheit setzen; es giebt Personen, die sich deßfals sehr wohl in Obacht nehmen, und recht ordentlich leben, gleichwol aber sich starck darüber beklagen. Dieses kommt daher, weil alsdenn ohne Zweifel einige verdorbene Feuchtigkeit sich daselbst befindet, die zu einer schlimmen Verdauung Anlaß giebt. Nach unsern Grundsätzen ist dergleichen Verdauung äusserst schlimm; denn weil sie eine grössere Quantität von Luft zuwege bringt, so scheinet es, als ob die Speisen allzusehr zertheilet wären, und also könte man wohl in dergleichen Fall sagen, daß man vielleicht allzustarck verdaue; jedoch dieses überschreitet die Gräntzen meines Vorhabens, und es ist solches eine Frage, die ich der Medicinischen Facultät zu untersuchen überlasse.

Der Wein und das Bier arbeiten in gewissen Jahres-Zeiten in denen Fässern und Flaschen, das ist, es ge-

geschiehet darinnen eine kleine Gährung, hauptsächlich wenn diese flüßige Materien wieder sind beweget, oder an solche Orte gebracht worden, die nicht kühle genug sind. Diese innerliche Bewegungen geben allezeit denen Luft-Theilgen Gelegenheit sich loß zu machen, und gegen die Oberfläche empor zu steigen; und weil diese Luft alsdenn mehr Raum haben muß, als sie vorher einnahm, da sie noch zertheilet war, und sich in denen Zwischenräumen aufhielt, so dringet sie mit Ungestümm heraus, so bald man die Gefässe öfnet, und ihre Gewalt erstrecket sich gar so weit, daß sie dieselben zersprenget, wenn man ihr einen freyen Durchgang zu eröfnen unterlässet.

In denen chymischen Laboratoriis sind die Künstler allezeit sehr besorgt, der Luft einen Ausgang zu lassen, wenn sie ihre Gefässe verlutiren; die Erfahrung hat ihnen gezeiget, daß ohne diese Vorsorge die grossen Vorlagen gemeiniglich in Gefahr stehen, mit grossen Krachen zu zerspringen. Wenn dieser Zufall sich ereignet, so schreibt man ihn gewöhnlicher massen nur derjenigen Masse von Luft zu, die man in der Vorlage hat eingeschlossen gelassen, und die durch die Wärme ausgedehnet wird, wie denn auch in der That diese Ursache etwas dazu mit beyträgt: es rühret aber die Zersprengung solcher Gefässe hauptsächlich von der Quantität derjenigen Luft her, welche aus denen meisten Materien herfürkommt, die man destilliret; denn eine solche grosse Vorlage ist gemeiniglich vermögend der Gewalt der darinnen mit eingeschlossenen Luft zu widerstehen, als welche ohnehin nur einen ziemlich mittelmässigen Grad der Wärme auszustehen hat.

Wenn

Wenn man ein Spanisches Rohr, oder einen Stock, an dem Ufer eines Flusses oder Teiches in das Wasser stößt, so siehet man gemeiniglich viel Luft-Blasen bis an die Oberfläche des Wassers empor steigen: diese Luft rühret ohne Zweifel von denen Blättern, Zweigen derer Bäume, von Pflantzen und andern Gewächsen her, welche sich auf dem Grunde zusammen gehäufet, und hernach verfaulet sind, da sie denn so lange in dem Morast zurück bleibet, bis man ihr einen Weg zum Durchgang eröfnet.

Wenn man veranlasset, daß die Luft aus einer Materie heraus gehet, ohne daß die Theile ihrer Masse zertrennet werden, indem man sie z. E. in den Luft-leeren Raum bringt, so wird dieselbe, so bald man sie an die freye Luft legt, dasjenige, was man ihr geraubet hat, wieder annehmen, gleich wie ohngefehr ein Schwamm sich allezeit wieder mit Wasser anfüllet, so oft man ihn, nachdem er vorher ausgedrucket worden, in dasselbe wirft. MARIOTTE *) hat sich der Gewißheit dieser Begebenheit durch ein Experiment versichert, das eben so ungekünstelt, als sinnreich ist. Er reinigte eine gewisse Quantität Wassers von der Luft, indem er es aufkochen ließ, und nachdem er es nachgehends eine Zeit lang in den Luft-leeren Raum gestellet, so füllete er eine Phiole damit an, und steckte sie umgekehrt in ein Gefäß mit Wasser, ohne sie zuzustopfen, wobey er zugleich dahin besorgt war, daß eine Luft-Blase, von der Grösse einer Hasel-Nuß in derselben empor steigen möchte: hierauf sahe er diese Luft sich nach und nach vermin-

*) In dem Versuch von der Natur und denen Eigenschaften der Luft, pag. 163.

dern, und endlich, nach ohngefehr 3. Tagen völlig verschwinden, welches ihm deutlich zu erkennen gab, daß das in der Phiole befindliche Wasser dieselbe wieder angenommen hatte. Was nun also in Ansehung des Wassers geschehen ist, das wird ohne Zweifel auch mit einer jeglichen andern Materie geschehen: zum höchsten möchte man etwa einige Veränderungen, in Ansehung der Quantität der Luft die wieder hinein gehet, oder in Ansehung der Zeit, die sie zu solchen Zurückgang braucht, annoch vermuthen.

Weil gewisse Experimente von einer andern Art, womit ich eben beschäftiget war, zugleich erforderten, daß ich genauer wissen muste, binnen wie viel Zeit das Wasser diejenige Luft, welche es durch das Kochen und durch Hinwegnehmung der Schwere des Dunstkreisses vorher verlohren, wiederum annehmen könne, so machte ich daher folgendes Experiment.

Das zwantzigste Experiment.

Vorbereitung.

A, *Fig. 6. Tab. XV.* ist eine kleine gläserne Flasche, die ich mit Wasser, das nur erstlich von der Luft ist gereiniget worden, bis ohngefehr auf $\frac{2}{3}$ ihrer Weite, anfülle; so dann verstopfe ich sie mit Gorck, und giesse hernach Wachs, das mit Terpentin geschmoltzen und vermischet ist, darüber. Mitten durch den Gorck-Stöpfel lasse ich das eine Ende einer gläsernen Röhre, B C D, hinein gehen, die nach zwey ein-

einander entgegen stehenden Seiten gebogen ist, und deren anderer Theil, C D, so an einem in Zolle und Linien abgetheilten Bretgen befestiget ist, auf einem Fuß gerade empor stehend erhalten wird. Ferner lasse ich durch eben diesen Gorck-Stöpfel eine Thermometer-Röhre gehen, deren Kugel zum Theil in dem Wasser der Flasche versencket ist. Nachgehends stelle ich diese Flasche in ein grösseres Gefäß, welches so wol, als der Theil der Röhre, C E, mit Wasser angefüllet ist; alsdenn bemercke ich mit einem Faden K die Höhe des Thermometers, und beobachte in dem Augenblick, da ich das Experiment anfange, die Höhe des Queckſilbers in dem Barometer.

Wenn nun alles dergestalt eingerichtet ist, so bemercke ich von 12. zu 12. Stunden wie hoch das Wasser in der Röhre über den Punct E steigt, und um desto gewisser zu seyn, daß die Luft zwischen dem in der Röhre und in der Flasche befindlichen Wasser immerzu von einerley Dichtheit sey, so sorge ich bey jeglicher Beobachtung dafür, daß 1) das in dem grossen Gefäß G H befindliche Wasser wieder in seine vorige Temperatur gesetzet werde, indem ich es wieder wärmer oder kälter mache, bis der Liquor in dem Thermometer wieder bis an den Faden K kommt und daselbst

stehen bleibt. 2) Sehe ich nach, wie weit das Queckſilber in dem Barometer geſtiegen oder gefallen ſey, und da eine Linie von Queckſilber ſo viel beträgt, als 14. Linien Waſſers nach dem Gewicht, ſo gieſſe ich dieſelben in dem Theil C D, der gläſernen Röhre, entweder hinzu, oder nehme ſie daraus hinweg, damit der Druck des Dunſtkreiſſes allezeit beynahe überein bleiben möge.

Die Quantität des Waſſers, ſo über den Punct E hinauf ſteigt, zeiget, wie man deutlich ſiehet, den Umfang derjenigen Luft an, welche wieder in das Waſſer der kleinen Flaſche zurück gehet, und man kan, nach geendigten Experiment, dieſen Umfang der Luft mit dem Umfang des Waſſers, worein dieſelbe zurück gegangen, gar leicht vergleichen, wenn man mit einem Röhrgen, das in der Mitte einen Bauch hat, wie F zeiget, ſodenn auszumeſſen ſucht, wie vielmal das in der Flaſche enthaltene Waſſer dasjenige übertreffe, das über den Punct E hinauf geſtiegen iſt.

Würckungen.

Wenn ich auf ſolche Art verfahren, ſo habe bemercket, 1) daß das Waſſer in der gläſernen Röhre beſtändig auf 7. bis 8. Tage lang, über E hinaus empor geſtiegen iſt.

2) Daß der Fortgang dieſes Aufſteigens täglich

lich in etwas vermindert worden, also daß er nach dem sechsten Tag fast gar nicht zu bemercken gewesen.

3) Daß die Summe aller empor gestiegenen Quantitäten des Wassers ohngefehr dem dreyssigsten Theil des in der Flasche enthaltenen Wassers gleich gekommen.

Erklärungen.

Die Masse von Wasser, so sich in der kleinen gläsernen Flasche befindet, verhält sich in Ansehung der darüber stehenden und zugleich mit eingeschlossenen Luft, bey nahe wie ein schwammigter Cörper, den man ausgedrückt oder getrocknet hat, und nunmehro an die Oberfläche eines Liquors bringet: Die kleinen Oefnungen, welche erst ausgeleeret worden, ziehen, als so viel kleine Haar-Röhrgen, die ihnen entgegen kommende flüßige Materien in sich, welcher zugleich der Druck des Dunstkreisses, der gegen D würcket, zu Hülfe kommt. Weil aber die Luft aus zackigten Theilgen, oder kleinen zusammen gewundenen Plättgen bestehet, so geschiehet es nur nach und nach, daß sie sich verdünnet, und daß ihre kleinen Kügelgen sich denen engen gewundenen Hölen proportioniren können, die von ihr sollen ausgefüllet werden. Die Schwierigkeit, welche sie findet, um sich in das Wasser zu begeben, wird um so viel desto grösser, je tiefer die Masse des Liquors hinab gehet: und um dieser Ursachen willen geschiehet es ohne Zweifel, daß sie so langsam in dasselbe eindringet, und daß der Fortgang dieses Eindringens sich nach und nach immer mehr vermindert.

Anwendungen.

Wenn man sich nach dem Verfahren bey dem vorhergehenden Experiment richtet, so kan man die Quantität der Luft, welche aus einer Materie ist heraus getrieben worden, bey nahe erforschen; denn es hat vollkommen das Ansehen, daß dasjenige, was nach genugsamer Zeit wieder zurück gegangen, demjenigen gleich sey, was heraus ist gezogen worden, und folglich wird man unter verschiedenen Gattungen diejenige entdecken können, welche die meiste Luft bey sich führet, und welche sie am geschwindesten wieder annimmt, und wie lange man sie eigentlich als von aller Luft gereinigt anzusehen habe.

Solte man nun nicht durch dieses Mittel auch so gar gewisse Arten von Geruch in flüßige Materien bringen können? denn die Luft könte, indem sie wieder in dieselbe zurück gehet, denen riechbaren Theilen statt eines vehiculi dienen, als mit welchen sie sich sehr leicht und in grosser Menge zu belästigen pflegt.

Diese verschiedene Betrachtungen eröfnen ein ziemlich weites Feld zu neuen und curieusen Experimenten; ich habe auch bereits verschiedene derer selben mit einigen guten Succeß angestellet, davon ich an einem andern Ort Nachricht ertheilen will, und wünsche daher, daß mein Beyspiel den Eyfer derer Naturkündiger aufmuntern möge; denn wenn einerley Materie von verschiedenen Händen bearbeitet wird, so erlanget man gemeiniglich weit mehrere Erkenntniß von derselben.

Die eilfte Vorlesung, Fortsetzung von denen Eigenschaften der Luft.

Der zweyte Abschnitt, Von der Luft, in so fern sie als der Dunstkreiß des Erdbodens betrachtet wird.

Die allermeisten irrdischen Materien enthalten viel Luft zwischen ihren Theilen, wie wir bey dem Beschluß der vorhergehenden Vorlesung gezeiget haben; im Gegentheil befindet sich auch hinwiederum eine jegliche Masse von Luft allezeit mit einigen frembden Substantzen vermischet, und man kan von derselben, wie von einem jeglichen andern Cörper, sagen, daß sie niemals vollkommen rein sey, das ist, daß sie allezeit in ihren Umfang noch etwas anderes, ausser ihrer eigenen Materie, begreife. Alles dasjenige, was aus dem Erdboden und dem Wasser, aus denen Thieren und Pflantzen, ausdünstet, gehet sogleich in dieses Element, das wir unter dem Athemholen in uns ziehen, in dem wir leben, und den man den Nahmen des Dunstkreisses beygelegt hat, weil es von allen Seiten diejenige Kugel umgiebt, deren Oberfläche wir bewohnen.

nen. Es ist dieses eine Begebenheit, davon wir uns bereits bestrebet haben Rechenschaft zu geben*), indem wir voraus gesetzt, daß sie hinlänglich bekannt sey: und in der That, wofern man daran zweifeln könte, so würde die Zerstreuung einer unzähligen Menge von Substantzen, welche täglich vor unsern Augen verschwinden, nebst der vernünftigen und durchgängig angenommenen Meynung, daß dasjenige, was einmal geschaffen ist, niemals gäntzlich vernichtet werde, schon hinlänglich seyn, uns von dieser Wahrheit zu überzeugen. Wenn das Feuer einen gemischten Cörper auflöset, sehen wir nicht, daß die zärtesten Theilgen in Gestalt der Flamme und des Rauchs empor steigen? Wenn das Aaß von einem Hunde, oder Pferde, das man auf dem Schind-Anger geworfen hat, sich von Tagen zu Tagen vermindert, und endlich zu nichte wird, geschiehet solches nicht allezeit daher, weil es die umliegenden Gegenden mit einem übeln Gestanck anfüllet? welches bekannter massen eine Würckung derer Theile ist, die davon ausdünsten. Wem ist endlich unbekannt, daß die Gefässe, darinnen sich flüßige Materien befinden, durch die Ausdünstung nach und nach leer werden, wenn man sie nicht zustopfet? Der Dunstkreiß des Erdbodens ist demnach ein vermischtes flüßiges Wesen, eine Luft, die mit Ausdünstungen und Dämpfen angefüllet ist. Sein Zustand verändert sich nach Beschaffenheit derer Zeiten und Oerter, weil die Theile, welche mit zu dieser Mischung kommen, nicht allezeit und allenthalben in einerley Quantität vorhanden, noch auch jedesmal von gleichen Eigenschaften sind.

Man

*) In dem zweyten Theil dieser Vorlesungen, pag. 483. seqq.

Man kan den Dunstkreiß nach zwey verschiedenen Arten betrachten; 1) als ein ruhendes flüßiges Wesen, das von allen Seiten überein seine Schwehre gegen den Erdboden äussert; das von demselben Materien von verschiedener Beschaffenheit erhält; das solche eine Zeitlang behält; das dieselben wieder herab fallen lässet, und das uns die Wärme und Kälte, welche es anzunehmen fähig ist, mittheilet; 2) als ein bewegtes flüßiges Wesen, dessen Bewegungen auf verschiedene Art können eingeschränckt seyn. Indem wir nun den Dunstkreiß nach diesen beyden Absichten untersuchen, so werden wir in denen beyden folgenden Artickeln seine fürnehmsten Eigenschaften nach einander betrachten.

Der erste Artickel.

Von dem Dunstkreiß, sofern er als ein ruhendes flüßiges Wesen betrachtet wird.

Die Ruhe, welche ich hier voraus setze, darf nicht in einem absoluten Verstand, und von dem gantzen Dunstkreiß zu einerley Zeit genommen werden; denn nach der Strenge sind alle Theile, woraus derselbe zusammen gesetzt ist, in einer fast beständigen Bewegung, weil sie öfters auf- oder niedersteigen, und die Veränderungen der gemäßigten Wärme dieselben wechselsweise ausdehnen, oder in die Enge zusammen treiben. Auusser diesen Abwechselungen herrschet niemals in diesem

sem weit ausgebreiteten flüßigen Wesen eine solche vollkommene Ruhe, daß nicht immerzu eine Portion desselben solte bewegt werden, und es ist hiernächst der Dunstkreiß ein Stück, das zu der Erd-Kugel mit gehöret, das sich eben so, wie diese, und mit derselben zugleich, in 24. Stunden um eine gemeinschaftliche Achse, und in einem Jahr, auf einerley Kreiß oder Bahn, um die Sonne herum bewegt. Wenn ich demnach dieselbe betrachte, als ob sie sich in der Ruhe befinde, so lege ich ihr nicht sowohl diesen Zustand schlechterdings bey, sondern es geschiehet solches vielmehr, indem ich von ihren fürnehmsten Bewegungen abstrahire.

Wir bemercken niemals, daß einige Portion des Dunstkreisses ihre Flüssigkeit verliehre, ohnerachtet ein grosser Theil desjenigen, woraus sie zusammengesetzt ist, sonst auch dichte Cörper zu formiren vermag. Das Wasser verhärtet sich darinnen, und fällt wieder in kleinen Eißstückgen herab, aber die Luft, darinnen es vorher schwe te, gefrieret nicht mit demselben; es rühret solches davon her, weil diese wässerigen Theile, sie mögen auch so häufig vorhanden seyn, als sie wollen, dennoch niemals in genungsamer Menge vorhanden sind, daß sie die Contignität dererjenigen Theile, die zu einem nur in etwas beträchtlichen Umfang von Luft gehören, solten völlig verhindern können; und dieses Element, so lange es eine Masse ausmacht, erhält allezeit seine Schnellkraft, welche, wie wir bereits oben erwehnet haben, die fürnehmste Ursache seiner Flüssigkeit zu seyn scheinet.

Eine jealiche Materie, die zu der Erde gehöret, hat eine natürliche Neigung gegen den Mittelpunct dieses Planeten. Weil nun der Dunstkreiß aus Luft, und,

so

so zureden, aus einem Extract aller auf dem Erdboden befindlichen Cörper, zusammengesetzt ist, deren Schwehre wir in denen vorhergehenden Vorlesungen bewiesen haben, so darf man nicht zweifeln, daß er nicht gegen uns, und gegen alles dasjenige, was sich eben so, wie wir, in demselben versenckt befindet, seine Schwehre äussern solte: inzwischen hat man dieses doch in Zweifel gezogen, oder vielmehr eine geraume Zeitlang gar nicht achtung darauf gegeben. Wir haben anderwärts *) schon gesagt, auf welche Art man endlich davon sey überzeugt worden, und wie die Erkenntniß der Schwehre des Dunstkreisses denen Naturkündigern verschiedene daraus entstehende Erscheinungen deutlich erläutert habe.

Diese Schwehre ist aber die Schwehre eines flüssigen Wesens, und solchemnach muß sie nach der verschiedenen Beschaffenheit der Höhe derer Säulen, und der Breite ihrer Grundfläche, zu- und abnehmen: es geschiehet auch in der That, daß sie nach dieser Proportion ihre Thätigkeit beweiset, wie man bereits in der siebenden Vorlesung **) gesehen hat, woselbst wir den Ursprung des Barometers, den fürnehmsten Gebrauch desselben, und die Probe, so man damit in verschiedenen Stationen des Berges *Puy de Dôme* in *Auvergne*, gemacht, angeführet haben. Ich will also hier nur noch ein Experiment von dieser Art, und das leichter anzustellen ist, beybringen, welches mir Gelegenheit geben wird, dasjenige vollends zu erklären, was mir von dieser Materie annoch zu sagen übrig ist.

Das

*) In dem zweyten Theil dieser Vorlesungen, p. 642. sqq.
**) Eben daselbst, p. 649. sqq.

Das erste Experiment.

Vorbereitung.

Man muß einen erhabenen Ort, und zu dem man leicht gelangen kan, aussuchen, z. E. einen Thurm, eine Kirche, oder ein anderes Gebäude, von welchen man die senckrechte Höhe leicht abmessen kan, und sich sodenn mit zwey wohl mit einander übereinstimmenden Barometern versehen, das ist, solchen, bey denen das Queckſilber allezeit in gleicher Höhe stehen bleibt. Eins von diesen Instrumenten läſſet man unten am Fuß des Thurms zurück, benebst einer Person, die darauf achtung giebt, und genau erforschet, ob sich etwa unter der Zeit, da man das andere in die Höhe bringt, eine Veränderung, in Ansehung der Höhe des Queckſilbers ereigne.

Würckungen.

1) Nach dem Maaß, wie man mit dem Barometer in die Höhe steigt, sincket das Queckſilber in der Röhre immer weiter hinab, wie ich bereits erwehnet habe *), als ich das Experiment des Herrn PASCAL beschrieben, welches durch den Herrn PERRIER auf dem Berg *Puy de Dôme* angestellet worden.

2) Wenn

*) In dem zweyten Theil dieser Vorlesungen, pag. 650. seqq.

2) Wenn man, so bald das Queckſilber um eine Linie herab gefallen iſt, die Höhe desjenigen Orts abmeſſen wird, wo man dieſe erſtere Station hält, ſo befindet ſich, daß ſie ohngefehr 12. Ruthen beträgt.

3) Wenn das Gebäude, oder die Beſchaffenheit des Orts, es erlaubet, daß man höher hinaufſteigen, und ſich auf bekannte oder abzumeſſende Höhen begeben kan, ſo wird man befinden, daß die nachfolgenden Stationen, die jedesmal erfolgen, ſo oft man bemercket, daß das Queckſilber um eine Linie hinabgeſuncken, allezeit bey nahe um 12. Ruthen von einander unterſchieden ſind.

4) Bemercket man auch, daß die ſenckrechten Höhen aller dieſer Stationen, deren jede mit einer Linie des Herabſinckens des Queckſilbers übereinkommt, allezeit um ſo viel kleiner ſind, je ſchwehrer die Luft zur Zeit des Experiments iſt, es mag nun ſolches entweder von der geringen Höhe des Orts, wo man operiret, oder von dem würcklichen Zuſtand des Dunſtkreiſſes, herrühren.

5) Wenn man dieſen Verſuch an ſolchen Orten wiederholet, die nicht allzuweit von einander entfernet ſind, und unter ſolchen Umſtänden, welche veranlaſſen, daß der Druck des Dunſtkreiſſes daſelbſt bey nahe überein iſt, ſo zeiget ſich auch bey nahe einerley Erfolg; wenn aber die Entfernungen ſehr groß ſind, als von 4= bis 500. Meilen, ſo kan man ſich auch auf ziemlich merckliche Unterſchiede voraus die Rechnung machen.

Er-

Erklärungen.

Da der Dunstkreiß, wenn man von dem Boden, worauf der Thurm stehet, oder von dem Fuß des Berges aufrechnet, allezeit von grösserer Höhe ist, als er bey allen Stationen, die man im Aufsteigen halten muß, zu seyn pflegt, so ist daher sein Gewicht auch grösser; und wenn er anfänglich vermögend ist $27\frac{1}{2}$ Zoll von Queckſilber in einem jeglichen Barometer empor zu halten, so befindet sich dasjenige von denen beyden, welches man höher hinaufträgt, unter einer kurtzen Luft-Säule, die folglich weniger von Queckſilber empor hält. Diese Verminderung des Gewichts bey der Säule des Dunstkreisses, kan nichts anders, als ihrer Abkürtzung, zugeschrieben werden: denn das übereinstimmende Barometer, so man zur Vergleichung braucht, und auf dem untersten Ort ist zurückgelassen worden, das auch eine völlige Säule unterstützet, mag nun gleich unter währenden Experiment variiren, oder nicht, so stehet es dennoch allezeit höher, als das andere, nach denen in den oben angeführten Erfolgen bereits angezeigten Verhältnissen.

Aus dem zweyten und dritten von diesen Erfolgen siehet man, daß jegliche Linie der Herabsenckung des Queckſilbers ohngefehr mit 12. Ruthen senckrechter Höhe in dem Dunstkreiß übereintreffe: dieses Verhältniß giebt uns die Luft schwehrer an, als wir sie in der nächst vorhergehenden Vorlesung geschätzet; denn wir haben daselbst gesagt, es verhalte sich ihre Dichtheit, oder specifique Schwehre, gegen des Wassers seine, beynahe wie 1. zu 900. und weil das Queckſilber

silber 14 mal so schwehr ist, als das Wasser, so folget daher, daß eine Linie Queckſilber 14 mal 900. Linien Luft gleich sey, welche Summe, von 12600. Linien, zusammen 15. Ruthen 4. Schuh 6. Zoll und 8. Linien beträgt; an statt 12. Ruthen, die wir eben iezo in denen vorhergehenden Erfolgen angezeiget haben.

Man muß aber auch hierbey bedencken, daß unter allen denen, die diese Untersuchung vorgenommen, und daher zu verschiedenen Zeiten, und an verschiedenen Orten, mit grossen Fleiß Experimente angestellet haben, sehr wenig sich finden, die auf einerley Verhältniß geschlossen haben. CASSINI schätzet die Höhe der Luft, welche eine Linie Queckſilber empor hält, nachdem er das Barometer auf den Berg *nôtre Dame de la Guarde*, ohnweit *Toulon*, getragen, auf 10. Ruthen und 5. Schuh. Der ältere Herr *de la* HIRE befand dieselbe, nach denen auf dem Berg *Clairet*, in der Nachbarschaft eben derselben Stadt, angestelleten Versuchen, von 12. Ruthen. Eben dieses Mitglied der Academie hielt dafür, daß sie zu *Meudon* 12. Ruthen und 4. Schuh, und zu Pariß 12 Ruthen 2. Schuh und 8. Zoll betrüge. Nach denen Beobachtungen des Herrn PICART, die er auf dem Berge St. Michael angestellet, kommt der Unterschied von einer Linie, in der Höhe des Queckſilbers in dem Barometer, mit 14. Ruthen 1. Schuh und 4. Zoll Luft überein. Der Herr WALLERIUS *), ein gelehrter Schwede, welcher diese Experimente in seinem Lande wiederholte, rechnete auf jegliche Linie Queckſilber

10.

*) Siehe die Historie der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1712. pag. 3. sqq.

10. Ruthen, 1. Schuh und 4. Linien Höhe von dem Dunstkreiß, nachdem er die verschiedenen Höhen eines Barometers, welches er erstlich in ein sehr tiefes Bergwerck mit hinabgenommen, und hernach auf den Gipfel eines in der Nähe befindlichen Berges getragen, recht genau beobachtet hatte. Der jüngere Herr *de la* HIRE *) schrieb diese Unterschiede insgesammt zweyen Haupt-Ursachen zu: 1) gewissen Lagen von Dämpfen, welche in gewissen Theilen des Dunstkreisses die Oberherrschaft haben können, und die auf eine Zeitlang die Schwehre desselben vermehren, welches viel Wahrscheinlichkeit hat; 2) der besondern Lage derer Oerter, wo man dergleichen Experimente anstellet, oder der stärckern oder geringern Schwehre des Dunstkreisses; und in der That siehet man aus dem vierdten Erfolg, daß diejenige Portion einer Luft-Säule, die einer Linie Queckſilber gleich kommt, um so viel grösser oder kleiner sey, nachdem diese Luft mehr oder weniger dichte ist; und die Dichtheit, oder das Gewicht eines flüssigen Wesens, das der Zusammenpressung fähig ist, nimmt gemeiniglich nach dem Maaß zu, wie dasselbe mehr beschwehret ist, entweder mit seiner eigenen zusammen gehäuften Materie, oder mit frembden Theilen, so sich darunter mischen.

Man kan noch, als die dritte Ursache hinzufügen, (und vielleicht ist solches die stärckste,) daß es sehr schwehr sey, eine jegliche Linie der Herabsenckung des Queckſilbers in dem Barometer recht genau zu schätzen; gleichwol sind die kleinsten Fehler bey dieser Schätzung

*) Siehe die Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1712. pag. 114.

tzung von recht grosser Folge, wenn es darauf ankommt, daß man von einer Höhe einer mit dem Fall des Queckſilbers überein ſtimmenden Luft-Säule recht genau urtheilen ſoll. Denn weil das Queckſilber nur um eine Linie herab ſincket, wenn ohngefehr 12. Ruthen an der Luft-Säule gleichſam abgekürtzet ſind, ſo kan man ſich leichtlich um etliche Ruthen bey dieſer irren; das beſte aber iſt hierbey, daß ſolches nicht mehr als $\frac{1}{12}$ einer Linie bey der Beobachtung des Barometers beträgt. Diejenigen, denen dieſes Inſtrument recht bekannt iſt, werden darinnen ohnfehlbar mit einander übereinſtimmen, daß wenn auch gleich daſſelbe auf das allergenaueſte beobachtet wird, man dennoch gar wohl dergleichen Fehler begehen könne, nicht nur in Anſehung einiger ermangelnder Beweglichkeit, welche das Queckſilber verhindern kan, daß es ſich, nach dem hin und her wancken, nicht ſo gleich mit dem Dunſtkreiß wieder in ein vollkommenes Gleichgewicht zu begeben vermag, ſondern auch wegen der Convexität ſeiner Oberfläche, und derer kleinen Refractionen, welche durch die Dicke des Glaſes veranlaſſet werden, und das Auge leichtlich betrügen können.

Weil der Dunſtkreiß ein der Zuſammenpreſſung fähiges flüßiges Weſen iſt, ſo kan man nicht voraus ſetzen, daß ſeine Dichtheit immerzu überein ſey, vielmehr muß man ſich vorſtellen, daß, indem die oberſten Lagen ihre Schwehre gegen die unter ihnen befindlichen äuſſern, ſie dieſer ihre Theile nothwendig mehr und mehr einſchrencken und verdicken; und dieſem Grundſatz zu Folge müſſen die verſchiedenen Stationen, in welchen man unter dem Aufſteigen bemercket, daß das Queckſilber in dem Barometer um eine Linie herab ſincke, ſich

immer weiter von einander entfernet befinden. Es wird auch solches in der That also wahr genommen; allein in einer Höhe, von 1000. bis 1200. Ruthen über den schnur geraden Stand des Meeres, ist dieser Unterschied nicht mehr sonderlich beträchtlich, und dieses allem Ansehen nach deßwegen weil die grosse Menge derer dicken Dämpfe, womit die Luft in dieser untersten Gegend beschwehret ist und das starcke Gewicht, wodurch sie zusammen gedruckt wird, verursachen, daß ihre Dichtheit fast überall gleich ist. CASSINI und MARALDI, nachdem sie sehr viele Experimente auf verschiedenen Bergen angestellet, deren Höhen sie vorher geometrisch ausgemessen hatten, schlossen endlich daraus, es müsten die wegen verschiedener Linien der Herabsinckung des Queckſilbers in dem Barometer, nach und nach abgekürtzten Portionen von einer Säule des Dunstkreisses, nach folgender Progreßion wachsen, nemlich, wenn die erste Linie der Herabsinckung so viel betruge, als 61. Fuß Luft, so würde die andere 62. die dritte 63 u. s. w. ausmachen. Sie haben aber zugleich mit guten Grund dafür gehalten, es würde diese Proportion sich nicht weiter, als auf eine halbe Meile über den schnur geraden Stand des Meers erstrecken, weil alsdenn, indem die Luft reiner ist, ihre Schnellkraft freyer zu seyn pflegt, und ihre verschiedene Grade der Dichtheit fast von nichts weiter mehr herrühren, als von dem Druck derer obersten Lagen.

Anwendungen.

Wenn die Säule des Queckſilbers, so in einem Barometer enthalten ist, dessen Röhre eine vollkommen cylindrische Figur hat, vorher ist abgewogen worden, so weiß

weiß man alsobald auch, wie schwehr die gantze Säule des Dunstkreisses sey, wodurch jene im Gleichgewicht erhalten wird; und die Luft des Circkels, der die Grundfläche davon abgiebt, ist ein bekannter Raum, den man so vielmal multipliciren kan, als man will, um zu wissen, wie starck der Druck des Dunstkreisses gegen einen gewissen auf dem Erdboden gegebenen Raum sey. Ein Exempel wird dieses sogleich deutlich machen.

Wir wollen voraus setzen, es habe die Röhre des Barometers 3. Linien zum innwendigen Durchmesser, und des darinnen enthaltene Queckſilber betrüge 1. Pfund am Gewicht, so giebt mir dieses zu erkennen, daß an demselben Ort, wo sich das Barometer befindet, ein jeglicher runder Raum, der 3. Linien zum Durchmesser hat, wie die Oefnung der Röhre, sich mit einer Luft-Säule beschwehrt befinde, die ein Pfund im Gewichte beträgt; und dieser Druck geschiehet so wohl gegen eine Thür, als gegen eine Tafel, weil hier eigentlich von dem Gewicht eines flüßigen Wesens die Rede ist, welches nach allen Arten von Richtungen zu würcken pflegt, wie wir bereits gezeiget haben, als wir von der Hydrostatic gehandelt.

Wir wollen ferner voraus setzen, man wolle wissen, wie schwehr der Dunstkreiß auf einem runden Raum sey, der einen dreymal grössern Durchmesser hat, als der vorhergehende, und welcher letztere Raum also 9mal weiter ist, als der vorhergehende; denn die Circkel verhalten sich gegen einander, wie die Quadrate ihrer Durchmesser, und das Quadrat von 3. ist 9. Ich werde solchemnach sagen: Weil eine Säule von dem Dunstkreiß, deren Grundfläche 3. Linien zum Durch-

messer hat, 1. Pfund wiegt, so beträgt eine andere Säule, die sich auf einen 9mal grössern Raum stützet, 9. Pfund am Gewicht; und auf solche Weise wird man wissen können, wie starck der Druck des Dunstkreisses auf einen jeglichen Raum sey, dessen Weite vorher bekannt ist.

Einige curieuse Personen haben sich vorgenommen, indem sie auf diesen Grundsatz gebauet, das Gewicht des gantzen Dunstkreisses zu erforschen; aber dasjenige, was sie in dieser Absicht haben ausfündig machen können, beruhet auf solchen willkührlichen Lehrsätzen, deren einige offenbar falsch, andere aber sehr ungewiß sind, und wodurch ihre mühsame Ausrechnungen fast gantz unnütze sind gemacht worden. Und in der That, was kan man für eine Einsicht durch eine solche Arbeit erhalten, wenn man noch nicht recht genau weiß, wie weit sich der Umfang der Oberfläche des Erdbodens erstrecke; wenn man nicht zugleich auch auf die Höhe seiner Ungleichheiten siehet; wenn man den Dunstkreiß als ein flüßiges Wesen betrachtet, das eine durchgängig gleiche Dichtheit in seinen gleichen Theilen hat; wenn man nicht zugleich auf die Würckungen der Flieh-Kraft sichet, die durch die Bewegung der Erd-Kugel um ihre Achse entstehet, u. s. w? Man siehet genugsam, wie schwehr es seyn werde, alle diese erste Lehrsätze vorher zu begreifen; da aber diese Frage zum Glück nur eine blosse Curiosität ist, so verdienet die Auflösung derselben, die man etwa zu erhalten sich schmeicheln möchte, keineswegs die Mühe, so dazu erfordert wird.

Hingegen wird man von dem Barometer einen glücklichern und nützlichern Gebrauch machen können,

wenn

wenn man sich dessen zur Abmessung der Höhe derer Berge bedienet; denn, nach denen Experimenten, welche CASSINI, MARALDI. und CHASELLES in *Auvergne*, *Languedoc* und *Roussillon* angestellet haben *), gewinnet es das Ansehen, daß man von dem schnur geraden Stand des Meers, bis auf eine halbe Meile in die Höhe, ohngefehr 10. Ruthen über sich vor eine jegliche Linie der Herabsenckung des Queckſilbers rechnen könne, wenn man nachhero das erstemal wieder zu 10. Ruthen noch 1. Schuh, das zweytemal 2. Schuh, das drittemal 3. Schuh, u. s. w. hinzu setzet.

Man siehet hierbey gar wohl, daß man, um sich dieses Mittels zu bedienen, voraus wissen müsse, wie hoch das Queckſilber am Ufer des Meers zu der Zeit würcklich stehe, da man operiret, und dieses kan man leichtlich vermittelst eines übereinstimmenden Barometers erfahren, das man nebst einer Person, die genau darauf Achtung giebt, daselbst zurück lässet. Es ist auch nicht einmal nöthig, daß dieses Barometer, und die Person, welche es beobachtet, sich eben am Ufer des Meers befinden, sondern es ist schon genug, wenn solche Beobachtung an einem Ort angestellet wird dessen Höhe über dem schnurgeraden Stand des Meers bereits bekannt ist; und dergleichen sind anietzo in allen Ländern genug zu finden. Der Saal z. E. des Königlichen Obſeruatorii zu Paris, wo man beständig Beobachtungen mit dem Barometer anstellet, und die man alle Jahr aufzuzeichnen pflegt, befindet sich 45. Ruthen über dem Mittelländischen Meer, und 46. Ru-

*) Siehe die Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1703. pag. 229. seqq.

then über dem schnur geraden Stand des grossen Welt-Meers, und das Queckſilber stehet daselbst allezeit ohngefehr 4. Linien niedriger, als es an dem Ufer dieser beyden Meere zu stehen pflegt.

Ich setze demnach voraus, man habe ein Barometer auf dem Gipfel eines Berges getragen, dessen Höhe noch unbekannt ist: wenn man nun daselbst das Queckſilber 10. Linien unter demjenigen Punct finden solte, auf welchen es am Ufer des Meers stehen würde, und es werden sadann erstlich für jede Linie Queckſilber 10. Ruthen gerechnet, so kommen 100. Ruthen heraus; setzet man hernach das erste mal für 10. Ruthen noch 1. Schuh, das andere mal 2. Schuh, das dritte mal 3. Schuh, und so ferner bis zu den letztern 10. Ruthen inclusiue, hinzu, so kommen noch 55. Schuhe heraus, welche 9. Ruthen und 1. Schuh betragen: solchemnach kan man den Schluß machen, daß der Berg 109. Ruthen und 1. Schuh über den schnur geraden Stand des Meers erhaben sey.

Es ist freylich wahr, daß man nach dieser Methode nicht eben das gantz gewisse Maaß erhalte, und daher, wenn man sich derselben bedienet, schwerlich anders, als nur bey nahe, solches ausrechnen könne, und zwar erstlich, weil die Experimente, worauf sich diese Methode gründet, indem sie in ihren Erfolg variiret haben, die Höhe, welche mit einer Linie Queckſilber überein kommt, nicht genau bestimmen; Zweytens, weil es sehr schwehr ist, mit aller derjenigen Achtsamkeit, die hierbey erfordert wird, richtig zu urtheilen, wie tief eigentlich das Barometer gefallen sey, nachdem es auf den Gipfel des Berges gebracht worden; und endlich, weil sich unter währender Operation einige Veränderung

in

in demjenigen Theil des Dunstkreisses ereignen kan, der sich über dem Ort befindet, wo man operiret. Allein wie viel hat man wohl Gelegenheiten, wo die Geometrische Maase gar nicht können angebracht werden, und wo man kan zufrieden seyn, wenn man solche Höhen nur etwa bis auf einen Unterschied von 10. oder 12. Ruthen ausfindig macht?

Ferner könte man auch, bey dem Gebrauch des Barometers, seine Absicht auf die Erforschung der Grösse des Dunstkreisses richten, indem man die Höhe derjenigen Luft-Säule bestimmet, welche die Säule von Queckfilber empor hält, und deren Gewicht wir bereits im vorhergehenden auszumessen gelernet haben. Es scheinet, als ob man hierbey leichtlich zum Zweck gelangen könne, woferne nur die Luft des Dunstkreisses eben so, wie das Wasser, oder ein jeglicher anderer Liquor, durchgängig von einer gleichen Dichtheit wäre; denn wenn man voraus setzet daß eine Linie Queckfilber allezeit so viel betrage, als 10. Ruthen von dieser Säule, so müste dieselbe aus so vielmal 10. Ruthen bestehen, als man Linien in 28. Zollen hat, als der mittlern Höhe des Barometers über den schnur geraden Stand des Meers. Nun befinden sich 336. Linien in 28. Zollen, welches also 3360. Ruthen zur völligen Höhe des Dunstkreisses giebt; eben dieses flüßige Wesen ist aber eine Materie, die sich kan zusammen pressen lassen, und um dieser Ursache willen dürfen die ähnlichen Theile dieser Säule, wenn sie so genommen werden, daß sie immer übereinander hinauf gehen, ihre Schwehre nicht überein äussere, oder (welches eben so viel ist) es müssen alle diese Portionen, damit sie von gleichen Gewicht sind, verschiedene Längen haben, also daß die un-

untersten kürtzer sind, als die darüber befindlichen.

Diese Schwierigkeit würde inzwischen dennoch nicht hindern, daß man nicht zu dem Zweck gelangen solte, die Höhe des Dunstkreisses nach dieser Methode zuschätzen, wenn man nur genau wüste, in welcher Progression sich die Luft verdünnet, nach dem Maaß, wie sich ihre Masse vermindert, und nach dem sie sich mit ihren eigenen Gewicht weniger beschwehrt befindet, wenn man z. E. gewiß wäre, daß ihre Dichtheit sich eben so vermehre und vermindere, wie die Gewichte, wodurch sie zusammen gepresset wird, und daß man nach dieser von dem Herrn MARIOTTE festgesetzten Regel bey allen Arten derer Höhen verfahren könne. Allein, anstatt daß man sich auf diesem bedingten Lehrsatz solte verlassen können, so weiß man aus einer hinlänglichen Anzahl von Beobachtungen und Experimenten, daß die Luft nur in einer mittelmässigen Dichtheit sich also verdünne und zusammen presse, und daß sie in denen äussersten Fällen sich nach einer andern Progression richte, die noch nicht hinlänglich bekannt ist auch allezeit unter gewissen Umständen variiren muß, sie mag nun auch bestehen worinnen sie will. Etwas mehr oder weniger Wärme oder Reinigkeit, in einer solchen Gegend, wohin sich unsere Beobachtungen nicht erstrecken können, ist schon vermögend, ziemlich beträchtliche Veränderungen, in Ansehung der Schwehre und Höhe, des Dunstkreisses, zuwege zu bringen: man kan niemals mit einiger Gewißheit von dem einen auf das andere schliessen, (ich meyne von der Schwehre auf die Höhe,) wenn man nicht von dem würcklichen Zustand der

Luft

Luft in ihren gantzen Umfang hinlängliche Kenntniß hat.

Wenn man einen mit einer Schnellkraft begabten Cörper, der vorher mit einer gewissen Anzahl gleicher Gewichte ist starck zusammengedruckt gewesen, von solcher Last wieder entlediget hat, so dehnet er sich vermittelst gewisser Grössen wieder aus einander, die im Fortgang immer stärcker zunehmen, und sich anfänglich nach einer ziemlich ordentlichen Progression richten; allein zuletzt, wenn man die übrigen Gewichte vollends hinwegnimmt, so erfolget die Auswickelung, oder Ausdehnung der Schnellkraft in viel stärckern und beträchtlichern Verhältnissen. Da die Luft ein elastisches flüssiges Wesen ist, so muß man vermuthen, daß dieselbe in denen obersten Gegenden, wo sie von ihrer eigenen Schwehre ungleich weniger belästiget ist, als sonst überall, wo wir etwa Versuche können anstellen, sich auch ungleich mehr ausdehne, wodurch der Dunstkreiß eine grössere Höhe erlangen muß, als er sonst haben würde, wenn wir nach denen Grössen urtheilen sollen, die hierunten mit einer Linie der Herabsinckung des Queckſilbers in dem Barometer übereinstimmen.

Auſſer diesen muß man auch noch bedencken, daß, bey einer grössern Entfernung von dem Mittelpunct der Erde, die Schwehre vermindert, und die Flieh-Kraft vermehret werde: Diese beyde Ursachen helfen annoch die Schwehre der Luft in dem obersten Theil des Dunstkreisses vermindern, und erleichtern zugleich ihre Ausdehnung daselbst.

Aus diesen verschiedenen Betrachtungen, und aus denen mit dem Barometer angestelleten Experimen-

ten, folget nunmehro, daß unser Dunstkreiß nicht weniger, als 6 Meilen, zu seiner Ausbreitung in die Höhe, haben könne: es folget auch ferner hieraus, (und zwar ist solches die gemeine Meynung, daß eben diese Höhe sich auf 15. bis 20. Meilen erstrecken könne. Welch ein groser Unterschied! und wie wenig sind wir noch in Ansehung dieser Frage unterrichtet!

Weil der Herr de la HIRE durch diese Ungewißheit gerühret war, und eine etwas gewissere und beständigere Auflösung zu haben wünschte, so nahm er sich vor, die Höhe des Dunstkreisses vermittelst einer von Keplern angezeigten Methode zu erforschen, die er aber verbesserte, und sich deren glücklicher zu bedienen wuste, als dieser Astronomus. Die so genannte Morgen- und Abend Dämmerung, dasjenige Licht, welches den Anfang des Tages macht, ehe die Sonne aufgehet, und welches verursachet, daß derselbe noch einige Zeitlang dauret, wenn dieses Gestirn schon unter gegangen, ist eine Würckung der von dem Dunstkreiß verursachten Reflexion derer Strahlen, die ausser diesen über den von uns bewohnten Theil des Erdbodens hinweg gehen, und ihn nicht erleuchten würden. Dieses zurückprallende Licht, das man in dem Bezirck von Pariß recht mercklich wahrnimmt, wenn sich die Sonne nur etwa 18 Grad unter dem Horizont befindet, würde sich des Morgens viel eher anfangen zu zeigen und des Abends viel eher verschwinden, wenn der Dunstkreiß einen kleinern Umfang hätte, weil alsdenn die Licht-Strahlen von einem erhabenen Punct würden nach dem Horizont zu gehen können, ohne dieser flüssigen Masse zu begegnen, welche sie nach der Erde zurück schicket. Es findet

sich

sich also ein nothwendiges Verhältniß zwischen der Dauer der Morgen- und Abend-Dämmerung, und zwischen der Höhe des Dunstkreisses; und da das erstere von diesen beyden Stücken in allen Stellungen der Erdkugel, überall bekannt, oder doch leicht zu erkennen ist, so siehet man gar wohl, das uns dasselbe überhaupt zur Entdeckung des andern leiten könne. In der That haben de la HIRE und HALLEY, indem sie nach dieser Methode mit einer solchen Geschicklichkeit und so vieler Vorsichtigkeit verfahren, davon man die umständliche Erzehlung in ihren eigenen Wercken nachlesen muß, *) mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit die Höhe des Dunstkreisses auf 15- bis 16. Meilen gesetzt; ich sage, mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit, weil ihre Lehre sich noch auf einige willkührliche Sätze gründet, die vielleicht nicht schlechterdings mit der Natur überein stimmen möchten.

Wenn man die Höhe des Dunstkreisses in einen jeglichen Landes-Strich recht erforschet hätte, so wüste man auch, worinnen die Gestalt seiner gantzen Masse bestünde; denn wenn eine Reyhe Säulen von dem Aequator bis an die Pole, auf einerley Fläche nach einander solten gestellet werden, so würden sie mit ihren äussersten Theilen eine krumme Linie formiren, woraus die Auflösung von diesen Problema fliessen würde. Da aber in Ansehung der erstern von diesen beyden Fragen noch verschiedene Zweifel übrig sind, so bleibet die andere annoch unabgethan, wenigstens vor diejenigen, die sich nicht anders, als durch vollkommen deutliche Gründe, überzeugen lassen.

Aus

*) Siehe die Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1713. p. 54.

Aus denen in CAYENNE von dem Herrn KICHER angestelleten Beobachtungen, und aus denenjenigen, so man bey nahe zu gleicher Zeit, in verschiedenen andern Landes-Strichen. mit dem Barometer angestellet hat, entstund die Vermuthung, daß die Höhe des Dunstkreisses, von dem Aequator an, bis zu denen Polen, immer mehr zunehme, weil das Queckſilber in denen mitternächtigen Ländern allezeit höher stehen bleibt, als unter der Aequinoctial-Linie, und denen umliegenden Gegenden. Nach dieser Muthmassung würde also der Dunstkreiß mit der Erde, welche er umgiebt, eine nach denen Polen zu verlängerte Spheroide formiren, und die Dicke desſelben würde um den Aequator herum geringer seyn, als an einem jeglichen andern Ort.

Solte man aber wohl, ohne auf die mit dem Barometer angestellete Beobachtungen zu sehen, (welche nachhero immerzu ihre Richtigkeit gezeiget haben, und so gar an dem letzten Ort mit aller möglichen Sorgfalt sind wiederholet worden.) nicht etwa auf eine gantz andere Art muthmassen können, als man bishero, in Ansehung der äusserlichen Gestalt des Dunstkreisses gethan hat? Hat man wohl, indem man aus seinen verschiedenen Graden des Drucks auf seine Höhe geschlossen, zugleich unterlassen können auf die Flieh-Kraft zu sehen, die aus der Bewegung der Erde um ihre Achse entstehet, und die auch ohnfehlbar der Luft gemein ist, welche dieselbe umgiebt? Dergleichen Betrachtung hat veranlasset, daß man nach hero geschlossen, es hätten die Theile unserer Erdkugel, damit sie im Gleichgewicht unter einander verharren möchten, sich in Gestalt einer bey dem Aequator mehr, als bey

denen

denen Polen, erhabenen Spheroide, zusammen setzen müssen, wie wir solches an einem andern Ort *) erläutert haben. Kan man nicht eben dieses, und noch mit mehreren Grunde, von einem flüssigen Wesen sagen, das seiner Natur nach viel geneigter ist, sich denen Gesetzen der Static und derer Central-Kräfte zu unterwerfen? Es hat also ein starckes Ansehen, daß die Luft zwischen denen beyden Wende-Circkeln viel höher sey, als an irgend einem andern Ort, weil sich dieser Theil des Dunstkreisses geschwinder herumdrehet, und die Flieh-Kraft daselbst viel stärcker und viel gerader gegen die Schwehre würcket.

Man kan noch hinzu fügen, daß unter der Zona torrida, wo eine grössere und beständigere Hitze, wenigstens gegen die Oberfläche des Erdbodens, sich äussert, die Luft ungleich mehr müsse verdünnet seyn, und folglich die Säulen weiter verlängert werden, damit sie mit denen in einem andern Clima befindlichen im Gleichgewicht verbleiben können. Wenn nun das in dem Barometer befindliche Queckſilber daselbst niedriger stehen bleibt, als in Norden, so bleibt kein Zweifel übrig, daß die Luft daselbst nicht solte leichter seyn. Rühret aber wohl diese wenigere Schwehre davon her, daß die Säulen nicht so hoch sind, oder muß man sich deßfals nicht vielmehr an diejenigen Ursachen halten, die ich bis her erkläret habe? Mir kommt wenigstens das letztere am wahrscheinlichsten vor.

Das

*) In dem zweyten Theil dieser Vorlesungen pag. 517.

Das zweyte Experiment.

Vorbereitung.

Man muß klein gestossenes Eiß oder Schnee, in einem gläsernen oder sehr dünnen metallenen Gefäß, das vorher von aussen wohl abgetrucknet worden, mit Saltz vermischen, und solches ohngefehr eine viertel-Stunde lang an einem kühlen Ort setzen.

Würckungen.

Der gantze äussere Umfang dieses Gefässes bedeckt sich nach und nach mit einer Art von Reif, oder weissen Eiß, so demjenigen ziemlich gleich ist, das man, zu Ende des Herbsts und im Anfang des Winters, früh auf denen Dächern und auf der Oberfläche des Erdbodens erblicket.

Erklärungen.

Die Vermischung von Eiß und Saltz erkältet die Wände des Gefässes, darinnen sie auf behalten wird, sehr mercklich: Diese Erkältung verdicket also bald die zunächst um dieselbe befindliche äussere Luft, und da die Wasser-Theilgen, womit diese Luft beschwehret ist, durch eben diese Ursache gleichergestalt verdicket worden sind, so legen sie sich an das Gefäß und gefrieren daselbst: auf die erstere Lage setzet sich eine zweyte, auf diese eine dritte, u. s. w. woraus so denn erfolget, daß diese äusserliche Gerinnung schwächer oder dicker wird, nachdem der künstliche Frost, welcher

cher sie herfür bringet, stärcker oder gelinder ist, und kürtzer oder länger dauret.

Wenn man sich vielleicht vorstellen wolte, es sey diese Würckung nur bloß eine Ausdünstung von demjenigen, was in dem Gefäß enthalten ist, so würde man von diesen Irrthum bald befreyet werden, wenn man das auswendig befindliche Eiß kosten möchte; denn man würde dasselbe unschmackhaft und viel anders beschaffen befinden, als es sonst seyn müste, wenn es aus gesaltzenen Wasser entstanden wäre.

Um aber dieses Vorurtheil gäntzlich hinwegzuräumen, so stelle ich mein Gefäß, ehe es kalt wird, mit der Vermischung so aus Saltz und Eiß ist gemacht worden, in ein anderes gläsernes Gefäß, und verhüte zugleich, daß die äussere Luft nicht in den kleinen Zwischen-Raum gelangen könne, der sich zwischen diesen und jenen befindet, und alsdenn bemercke ich, daß keine Zerrinnung um das eingeschlossene Gefäß herum erfolge, es mag auch gleich die Erkältung so starck seyn, als sie will: solchemnach kan nun also diejenige, so man daran bermercket, wenn es nicht eingeschlossen ist, keiner andern Ursachen, als der Feuchtigkeit der äusserlichen Luft, beygemessen werden.

Das dritte Experiment.

Vorbereitung.

Die erste Figur, *Tab. XVI.* stellet einen grossen runden Recipienten von recht durchsichtigen Glaß vor, der 9. oder 10. Zoll zum Durchmesser

messer hat, worinnen niemals ein anderer Liquor befindlich gewesen, und der mit der grössesten von deren zu der Luft-Pumpe gehörigen Glocken, vermittelst einer mit einem Hahn versehenen Röhre, vereiniget ist, also daß man die Communication zwischen diesen bey den Gefässen eröfnen und versperren kan. Der Schlüssel dieses Hahns ist dergestalt durchbohret, daß wenn zwischen der Glocke und dem runden Recipienten keine Gemeinschaft ist, dieser letztere dennoch mit der äussern Luft einige Gemeinschaft erhält. Wenn nun diese Röhre verschlossen ist, so ziehet man erstlich die unter der Glocke befindliche Luft heraus, und eröfnet hernach die Communication zwischen derselben und dem runden Recipienten.

Würckungen.

Wenn man ein Licht hinter den runden Recipienten hält, und darauf hinein siehet, so wird man einen leichten Dampf gewahr, der sich in demselben herumdrehet, und hernach in dem Gefäß niedersincket. Läsſet man hierauf wieder neue Luft in den runden Recipienten gehen, und eröfnet so denn von neuen die Communication, so siehet man also bald wieder den vorigen Dampf zum Vorschein kommen, und diese Würckung ereignet sich so oft, als man den Hahn aufdrehet, dafern nur die unter der Glocke befindliche Luft hinlänglich verdünnet ist.

Erklä-

Erklärungen.

So oft man eine Communication zwischen zwey hohlen Räumen eröfnet, deren einer von der Luft entlediget, der andere aber damit angefüllet ist, so dehnet sich dieses flüßige Wesen aus und zertheilet sich in alle beyde, nach dem Verhältniß, so sie unter einander haben, wie solches bereits ist angezeiget worden, als wir von denen ordentlichen Würckungen der Luft-Pumpe gehandelt haben. Daher kommt es, daß sich die Luft, bey dem vorhergehenden Experiment, in dem runden Recipienten sehr mercklich verdünnet, so bald dieses Gefäß einige Gemeinschaft mit der Glocke bekommt, die man von der Luft entlediget hat. Weil aber diejenigen fremden kleinen Cörper, womit diese Masse von Luft beschwehret ist, nicht von solcher Beschaffenheit sind, daß sie sich eben so, wie dieselbe, ausdehnen können, so bleiben sie frey und abgesondert, befinden sich ihren eigenen Gewicht überlassen, wie auch der Bewegung der Luft, die sich von allen Seiten gegen den Communications-Canal begiebt, welches dann veranlasset, daß sie sich im Kreiß herum drehen, indem sie in Gestalt eines Dampfs niederfallen.

Eben diese Würckung bemercket man allezeit mehr oder weniger in einer jeglichen andern Glocke, wenn man anfängt die Luft unter derselben heraus zu ziehen, und ich hätte mich daher können begnügen lassen, diese Begebenheit nur bloß wieder anzuführen, die denenjenigen schon genugsam bekannt ist, welche mit der Luft-Pumpe umgehen, um also zu beweisen, daß die Luft allezeit mit fremden Materien vermischt sey. Man hätte mir aber können einwenden, es sey dieser

Dampf, worauf sich anietzo mein Beweiß gründet, nur bloß der Feuchtigkeit des naßgemachten Leders zu zuschreiben, womit der Teller bedecket ist, und auf welches man die Glocke zu setzen pflegt. Dieser Verdacht wird dadurch von mir gehoben, wenn ich denselben in einen gantz truckenen runden Recipienten zeige, worein nichts anders als die Luft, und zwar unmittelbar aus dem Dunstkreisse, kommet. Wer allenfals diese Ursache noch nicht will bey sich gelten lassen, der wird noch viel andere mehr in einer gewissen Schrift finden *), darinnen ich diese Materie ausdrücklich abgehandelt habe.

Man könte noch fragen, warum die kleinen Cörpergen, woraus derjenige Dampf bestehet, davon hier die Rede ist, da sie in der Luft des Dunstkreisses unsichtbar sind, gleichwol alsobald sichtbar werden, wenn dieses flüssige Wesen kaum ist verdünnet worden.

Es hat vollkommen das Ansehen, daß diese kleinen Cörper, so bald sie nicht weiter unterstützet werden, wieder auf einander zurück fallen, und sich zusammen vereinigen, um gröbere, und folglich solche Massen zu formiren, die hernach leichter können gesehen werden.

Daß übrigens die Durchsichtigkeit derer Cörper sich nach dem Maaß vermindert wie einige ihrer Theile dichter werden, als die andern, solches ist eine Begebenheit, die wir künftig untersuchen werden, wenn wir die Optic abhandeln. Wenn nun aber diejenige flüssige Masse, womit der grosse runde Recipient angefül-

let

*) Siehe die Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1740. pag. 243.

let ist, sich anfängt zu verdünnen, so vermindert sich nichts weiter davon, als die Dichtheit der eigentlich sogenannten Luft, da hingegen die Dichtheit derer andern Materien, welche sich in derselben mit vermischt befinden, mehr zunimmt, und diese doppelte Würckung giebt ohnfehlbar zu derjenigen kleinen Dunckelheit Anlaß, die man zugleich wahrnimmt, die aber gleichwol wieder verschwindet, so bald nur der Luft durch eine hinlängliche Verdünnung ist Gelegenheit gegeben worden, sich wieder zu reinigen, indem sie sich von allen fremden Theilen, die vorher damit vermischet waren, gäntzlich loß machet.

Anwendungen.

Man pflegt gemeiniglich alle Materien, welche von der Oberfläche des Erdbodens in den Dunstkreiß hinauf steigen, in zwey Classen zu theilen: die erstere begreift unter dem Nahmen derer Dämpfe alles dasjenige, was von gleicher Beschaffenheit mit dem Wasser ist; in die andere aber setzet man alle saltzige, schweflichte, und geistige Theile, und diese nennet man Ausdünstungen.

Wenn alle diese Substantzen, so wohl die ausdünstende, als die ausdämpfende, verschiedentlich mit einander vermischet oder eingeschräncket sind, so nehmen sie mancherley Gestalten an, und bringen verschiedene Würckungen herfür, die unter dem Nahmen derer Lufterscheinungen bekannt sind. Man kan dieselben sonderlich in drey Gattungen eintheilen, nemlich in solche, die allein aus denen Dämpfen entstehen, und diese nennet man wässerige, wie z. E. der Nebel, die Wolcken, der Regen, der Hagel, der Reif, u. d. gl. in

solche, die aus leichtlich sich entzündenten Dünsten entstehen, und feurige Luft-Erscheinungen genennet werden, dergleichen sind der Donner, der Blitz, die Irrlichter, u. s. w. und endlich in solche, die aus Dämpfen und Ausdünstungen, welche mit dem Licht verbunden sind, herfür kommen, und daher leuchtende können genennet werden, wie der Regenbogen, die Neben-Sonnen, u. d. gl.

Um nicht allzuweit auszuschweifen, will ich anietzo nur die Lufterscheinungen von der ersten Gattung durchgehen, und von denen andern zu reden bis in diejenigen Vorlesungen verspahren, da ich von dem Feuer und dem Licht handeln werde.

Die Sonnen-Strahlen erwärmen den Tag über zu gleicher Zeit beydes die Erde und die Luft, welche dieselbe umgiebt. Wenn dieses Gestirn untergangen ist, so nimmt die Wärme, welche von ihm ist herfür gebracht worden, allmählig wieder ab; jedoch erhält sie sich viel länger in denenjenigen Cörpern, welche mehr Materie haben, daß also der Erdboden und das Wasser gemeiniglich die Nacht hindurch wärmer sind, als die Luft des Dunstkreisses. Alsdenn pflegt die Materie des Feuers, welche sich nach der Art anderer flüßiger Materien immerzu überall gleich auszubreiten suchet, aus der Erde in die Luft überzugehen, und führet zugleich die subtilesten Theilgen derer irrdischen Cörper mit sich fort, nachdem sie dieselben vorher loß gemacht, und vermittelst ihrer eigenen Bewegung auch zugleich exreget hat. Wenn sich nun diese besondere Ursache mit denenjenigen vereiniget, derèn wir schon Erwehnung gethan haben, als wir von dem Aufsteigen derer

Däm-

Dämpfe überhaupt gehandelt *), so veranlasset sie, daß derjenige Theil des Dunstkreisses, so der Erde am nächsten ist, eine grössere Menge von diesen ausgedünsteten Theilen annimmt: daher rühret also diejenige Feuchtigkeit die man gantz deutlich auf denen Kleidungen gewahr wird, wenn man im Frühling und Herbst, bey kühlen Abenden, auf dem Felde spatzieren gehet, und die man den Abend-Thau zu nennen pflegt. Dergleichen Dämpfe hängen sich vielgeschwinder und häufiger an den Taffent und an die zarte Leinwand, als an die groben Zeuge, weil, indem diese die gemäßigte Beschaffenheit der sich abkühlenden Luft langsamer annehmen, die noch immerzu aus denenselben ausdämpfende Wärme diejenigen Wasser-Theilgen, so sich an ihre Oberfläche ansetzen, sogleich wieder mit hinweg nimmet.

Der Abend-Thau dauret in denenjenigen Jahres-Zeiten und Landes-Strichen, darinnen der Erdboden dem Tag über hinlänglich erwärmet wird, gemeiniglich die gantze Nacht hindurch. Wenn nun die Sonne wieder aufgehet, so fängt die Wärme wieder an sich in dem Dunstkreiß zu äussern, und indem sich die Luft wieder ausdehnet, so pfleget sie sich gemeiniglich auch von diesen Dämpfen zu entledigen, die vielleicht allzusubtil zur Ausfüllung ihrer kleinen Zwischenräume sind; oder sie folgen auch wol der Materie des Feuers nach, mit der sie annoch vereiniget sind, und die alsdenn wieder gegen die Erde zurück kehret. Die also herabfallende Dünste werden der Thau, oder auch der Morgen-Thau genennet: sie äussern sich häufiger auf dem freyen

*) In dem zweyten Theil dieser Vorlesungen, p 482. sqq.

Felde, als in der Stadt, und auch mehr auf solchen Aeckern, die mit Bäumen, oder andern Pflantzen, besetzt sind, als auf dürren und unfruchtbaren Feldern; denn es fällt von denenselben so viel herab, als vorher empor gestiegen ist.

Man muß inzwischen diesen Thau, der aus der Luft herab fällt, nicht mit demjenigen verwechseln, den man des Morgens früh auf denen Gewächsen findet. Diese Tropfen, so man auf ihren Stengeln und Blättern siehet, sind Würckungen der Ausdünstung, und man kan sich leichtlich selbst davon überzeugen, wenn man eine Kohl- oder Sallat-Pflantze die Nacht über zudecket; denn man wird sodann des Morgends eben denselben Thau darauf finden, den man sonst auf denenselben hat zu sehen pflegen, wenn sie unbedeckt geblieben. Die Wasser-Theilgen, woraus diese Tropfen entstehen, kommen ebenfals aus der Erde, wie die andern, und sind durch eben dieselbe Ursache in die Höhe gezogen worden; an statt aber daß sie unmittelbar aus denen Pflantzen, wie sonst überall geschiehet, heraus gehen solten, so umgeben sie die Stengel, Zweige und Blätter, ihre Bewegung wird schwächer, und es bleiben ihrer mehrere an der Oefnung derer kleinen Canäle zusammen hängend, aus welchen sie ausdünsten.

Die Laboranten und Alchymisten haben dem Thau grosse Würckungen zugeschrieben; es scheinet aber, als ob alle diejenigen Wunder, so sie davon versprochen haben, eben so schlecht gegründet seyn möchten, als eine Menge anderer Chimären, womit sie gemeiniglich ihre eigene Einbildung und die Leichtglaubigkeit derer Unwissenden zu unterhalten pflegen.

Mit viel bessern Grund und mehrerer Wahrscheinlichkeit haben verschiedene Schriftsteller behauptet, daß der Thau dem Vieh schaden könne, welches man allzufrüh auf die Weide treibet, ingleichen, daß er die Fruchtbarkeit derer Felder vermindern könne, wenn er allzuhäufig ist: denn obgleich dieser Dampf grössesten Theils nur in Wasser bestehet, so kan man dennoch nicht läugnen, daß er nicht auch andere Substantzen mit sich fortführe, die nach Beschaffenheit derer Oerter, derer Grade der Wärme und derer Pflantzen selbst, aus welchen sie ausdünsten, in der Menge und besondern Eigenschaft unterschieden sind. Einen deutlichen Beweiß, daß der Thau nicht aus reinen Wasser bestehe, hat man daran, weil er endlich faulet und allerley zu Boden setzet, wenn man ihn in gläsernen Flaschen aufbehält. Man kan auch dem herabfallenden Morgen- oder Abend-Thau diejenigen dünnen Uberzüge von fettigten und schweflichten Materien zuschreiben, die man auf denen stehenden Wassern in bunten Regenbogen-Farben gewahr wird, wenn es verschiedene Tage lang heiter Wetter gewesen ist, als in welcher Zeit man gar nichts anders vom Himmel herab fallen siehet, das diese Würckung verursachen könte.

Es giebt auch so gar Fälle, wo der wässerige Theil des Thaues nicht überflüßig sondern geringer ist: alsdenn ist dasjenige, was aus einer Pflantze oder Baum heraus schwitzet nur ein Saft, der sich nach und nach verdicket, wie die Feuchtigkeit allmählig ausdünstet. Von solcher Art sind gewisse Gummi, und einige Arten von Manna, die man zur Artzeney gebraucht.

Da nun der Thau ein Dampf ist, der einen Extract von mineralischen oder vegetabilischen Materien enthält,

hält, aus denen er herfür kommt, so ist es wohl mehr als zu gewiß, daß er gute oder schlimme Eigenschaften haben müsse, nach der verschiedenen Beschaffenheit derer Grund-Theile, so damit vermischet sind. Weil aber an verschiedenen Orten auch verschiedene Pflantzen wachsen, die Natur auch so gar in denen andern Dingen, welche sie daselbst herfür bringt, zu variiren pflegt, und die Wärme, welche die Ausdünstungen erreget, weder zu allen Zeiten, noch an allen Orten überein ist, so muß man vermuthen, daß der Abend- und Morgen-Thau ihre Eigenschaften nach dem Unterschied derer Zeiten und Oerter verändern, und daß die Würckungen, welche einer oder der andere in dieser Jahres-Zeit, oder einem gewissen Landesstrich herfür zu bringen vermögend ist, an einem andern Ort, oder zu einer andern Zeit nicht statt haben werden. In Rom z. E. und denen umliegenden Gegenden, sagt man, daß es gefährlich sey, sich der Abend-Luft zu bedienen. In Paris kan man es hingegen ohne Schaden thun, weil hier der Abend-Thau fast in nichts anders, als einer geringen Feuchtigkeit, bestehet, da hingen dieser Dampf in Italien allen Ansehen nach mit schädlichen Ausdünstungen beschwehret ist, welche von gleicher Beschaffenheit mit dem Erdboden sind, und deren Menge mit der grossen Wärme dieses Landesstrichs überein kommt: solchemnach kan man sich schwerlich auf eine allgemeine Art wegen dieser Materie erklären.

Gegen den Ausgang des Herbsts, wenn die Nächte anfangen länger zu werden, bekommt der Erdboden mehr Zeit wieder kalt zu werden, und öfters sind, sowol die Oberflächen desselben, als die darauf frey liegende Cörper kalt genug, um zu veranlassen, daß die Wasser-

Theilgen gefrieren, womit der herab fallende Thau sie zu bedecken pflegt: alsdenn bemercket man, statt einer Feuchtigkeit, auf dem Rasen, auf denen Dächern derer Gebäude, u. s. w. einen Uberzug von kleinen sehr dünnen Eiß, das man Reif, oder weissen Frost, wegen seiner Farbe, nennet, der auch nachhero so gleich schmeltzet und sich zertheilet, so bald die Sonne anfängt ihre Wärme wieder zu äussern.

Der Thau, oder der geschmoltzene Reif, zertheilet sich auf zweyerley Art: entweder er ziehet sich wieder in die dürren Felder, und in die poreusen Cörper, welche geschickter sind, ihn anzunehmen, als die Luft des Dunstkreisses; oder aber (welches noch öfterer geschiehet,) er steiget von neuen wieder empor, es sey nun, daß entweder eine mittelmäßige Verdünnung den Dunstkreiß in den Stand setzet ihn hinauf zu ziehen, oder daß ein sehr gelinder Wind eine trucknere Luft dahin bringt, als diejenige, darunter er sich vorher befand.

Wenn der Thau sich wieder in die Höhe ziehet, so vermindert er zum öftern die Durchsichtigkeit des Dunstkreisses, weil alsdenn die Theile dieses Dampfs gröber sind und langsamer empor steigen. Diese beyde Ursachen, davon eine aus der andern entstehet, müssen nothwendig die Luft trübe machen, 1) weil ein durchsichtiger Cörper allezeit weniger Durchsichtigkeit hat, je mehr seine Theile in Ansehung seiner Dichtheit von einander abgehen, wie wir solches künftig noch beweisen werden; und 2) weil der langsam empor steigende Dampf sich weniger ausbreitet und immer dichter wird.

Diese Trübheit aber welche der wieder empor steigende Thau verursachet, äussert sich fast niemals in

einem sonderlich grossen Theil des Dunstkreisses; er setzet sich, so zu reden, in eine Enge zusammen, und wird in denen niedrigen und feuchten Orten, wie auch über denen Wiesen allezeit stärcker, als sonst in einiger andern Gegend, weil, wie wir bereits erwehnet haben, der Thau nach dem Verhältniß wieder herabfällt, wie er empor gestiegen ist; und wenn es stilles Wetter ist, so muß er an denenjenigen Orten, welche die Nacht hindurch eine grössere Menge desselben herfürbringen, allezeit des Morgends häufiger vorhanden seyn. Daher kommt es ohnfehlbar, daß man in denen Städten, und in sehr dürren Gegenden, fast gar keine Trübheit in dem Dunstkreiß, von dem wieder emporsteigenden Thau, bemercket, die man hingegen desto öfterer um die Flüsse und Seen herum, wie auch bey denen Wiesen, wahrnimmt.

Sonst hatte auch noch ein fast durchgängig angenommenes, und auf das blosse äusserliche Ansehen gegründetes Vorurtheil, in Ansehung des Morgen- und Abend-Thaues, ziemlich falsche Meynungen zu wege gebracht, die in diesen neuern Zeiten, durch die Herren GERSTEN *), MUSCHENBROEK **) und *du* FAY ***), wieder sind weg geräumet worden. Der geneigte Leser, welcher von allen, was von dieser Materie bekannt ist, Nachricht zu haben verlangen möchte, muß ihre Schriften selbst aufschlagen, wo er eine grosse Anzahl von sinnreichen Experimenten und eben so

*) In seinen Tentaminibus Systematis noui, &c. so zu Franckfurt 1733. herausgekommen.
**) Essais de Physique, pag. 753.
***) In denen Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1736. pag. 352.

so curieusen, als neuen Beobachtungen, antreffen wird. Unter allen daselbst angeführten Begebenheiten, ist diese wohl am meisten zu bewundern, daß der Morgen- und Abend-Thau gewisse Cörper zu vermeyden scheinet, da er sich inzwischen an die andern gantz leichtlich anhäget. Das Glaß, das Porcellan, und sehr viel andere Materien, werden recht mercklich feuchte, da inzwischen Stücke von polirten Metall, sie mögen seyn von was für Grösse sie wollen, wenn man sie an eben dieselben Oerter bringet, beständig trucken verbleiben; und diese Art des Vorzuges ist so deutlich, daß, wenn man einen Thaler mitten in eine grosse porcellanene oder gläserne Schüssel legt, solcher alsdenn nicht die mindeste Feuchtigkeit annimmt, ohnerachtet der übrige gantze Umfang des Gefässes überall feucht ist.

Eine gewisse Beschaffenheit des Dunstkreisses, und verschiedene zusammenkommende Umstände, die man schwehrlich recht genau bemercken kan, nöthigen bisweilen eine grosse Menge grober Dämpfe, daß sie beynahe wie der Thau, der sodann herabfällt, empor steigen müssen: alsdenn pflegen diese Dämpfe, die sehr schwehr in die Höhe kommen, sich überall gleich in dem untersten Theil des Dunstkreisses auszubreiten, und machen ihn so lange trübe, als sie in demselben verbleiben.

Alle diese so niedrigschwebende Dämpfe, sowol diejenigen, so von dem Morgen-Thau herrühren, als die zu andern Zeiten und aus einer gantz andern Materie entstehen, werden Nebel genennet. Sie nehmen gemeiniglich ihren Ursprung aus dem Wasser; bisweilen aber mischen sich Ausdünstungen darunter, die

sich

sich durch ihren widrigen Geruch, durch eine gewisse Schärfe, welche die Augen angreift, und durch den Schaden, so sie denen Früchten und dem Getrayde zufügen, genungsam zu erkennen geben. In gewissen Jahren kommen solche Nebel häufig zum Vorschein, denen man den Brand und die Fäulniß zuschreibet, welche so gar öfters das Getrayde, und fürnemlich den Rocken, verderben. Einige Gelehrte haben auch dasjenige eben diese Ursachen zugeschrieben, was man an gewissen Aehren wahrnimmt, deren Körner schwartz werden, und sich in Gestalt eines Horns ausdehnen, welche hernach von denen Ackerleuten Mutter- oder Brand-Korn (secale nigrum) genennet werden. Das Mehl von diesen Körnern ist sehr schädlich, und man schreibet ihm zu, daß es die Ursache einer gewissen Kranckheit sey, die bis weilen auf dem Lande grassiret, und unter dem Nahmen des St. Antonius-Feuers *) bekannt ist, man behauptet auch, daß dasselbe den kalten Brand zuwege bringe **).

Die Nebel kommen im Winter viel öfterer vor, als im Sommer, weil die alsdenn in der Luft herrschende Kälte die Dämpfe geschwind verdicket, und ihnen

*) Unter diesen Nahmen verstehen sonst eigentlich die Frantzosen nur diejenige Gattung einer äusserlichen Entzündung, die man in Teutschland die Rose, oder das Rothlauf zu nennen pflegt; die vorgedachte von dem Mutter-Korn herrührende Kranckheit aber, wird bey uns, wegen einer besonderen dabey vorkommenden Empfindung, gemeiniglich die Kriebel-Kranckheit genennet.

**) Siehe die Historie der Academi- derer Wissenschaften vom Jahr 1710. pag. 61. ingleichen das Journal des Savans, Mens. Mart. 1676.

ihnen keine Zeit lässet weit hinauf zusteigen: wenn dieselbe stärcker zunimmt, so gefrieret der Nebel, und hänget sich an die Zweige derer Bäume, an die dürren Stauden, an die Haare derer Reisenden, die Mähnen derer Pferde, und überhaupt an alles, was demselben frey entgegen stehet, und dieses nennet man Rohreif, oder Duft.

Wenn die Nebel, oder die Dämpfe, welche jene herfürzubringen geschickt sind, sich weit genung in die Höhe begeben können, so entstehet daher eine Sammlung oder Zusammenhäufung dererselben, welche von denen Winden in dem Dunstkreiß herum getrieben werden: dieses sind die Wolcken, welche wir auf allen Seiten über uns schweben sehen, und die, vermittelst ihrer Dunckelheit, die Sonne und andere Gestirne von Zeit zu Zeit vor unsern Augen verbergen. Ihre Gestalten und Grössen variiren unendlich, nach dem Unterschied der Menge derer Dämpfe, so dieselben zuwege bringen, und nach der verschiedenen Art, wie sie sich zusammen setzen, indem sie sich miteinander vereinigen, welche guten Theils von der Richtung und denen verschiedenen Graden der Geschwindigkeit herrühret, die sie von denen Winden erhalten.

Die Wolcken stehen nicht allezeit in einer gleichen Höhe, weil, indem dieselben immerzu mit der Luft, worinnen sie schweben, im Gleichgewicht verbleiben müssen, und dieses flüßige Wesen in einer weitern Entfernung von dem Erddoden immermehr verdünnet ist, nothwendig die subtilesten sich an einem solchen Ort aufhalten können, wo die gröbern allzuschwehr seyn würden; daher stehen also die dicken Regen-Wolcken gemeiniglich sehr niedrig. Diejenigen,

nigen, welche über hohe Berge, als über die Alpen oder Pyrenäische Gebürge, reisen, kommen öfters mitten durch die Wolcken, welche, nachdem sie ihnen erstlich den Himmel verdecket, auch die Erde nachhero ihren Gesichte entziehen: auch die, so am wenigsten aufmercksam sind, beobachten dennoch, daß auf solchen Höhen die Erde allezeit sehr feuchte sey, von denen Wolcken, die sich daselbst nur erst zertheilet haben, welches daher gar vieles zur Unterhaltung dererjenigen Flüsse und Quellen mit beyträgt, die man so gar gewöhnlich unten an dem Fuß dieser Berge, und um dieselben herum antrifft. Solchemnach sind die Wolcken so gar in derjenigen Zeit, da es nicht regnet, eben so viel Lasten von Wasser, welche von denen Winden in verschiedene Gegenden vertheilet werden, und sich an denen Bergen auszuleeren suchen, von dar sie sich nachhero durch unterirrdische Canale, welche die Natur darinnen angebracht hat, in die Ebenen ausbreiten. Jedoch pflegen sich die Wolcken nicht allezeit auf diese Art auszuleeren; öfters verdicken sie sich, entweder durch die Kraft derer Winde, welche sie gegen einander treiben, oder durch die Verdickung der Luft, darinnen sie schweben, und alsdenn werden ihre wieder in Tropfen vereinigte Theile allzuschwehr, und verursachen also, indem sie herabfallen, den Regen.

Wenn diese Verdickung langsam geschiehet, oder die Dämpfe nur bloß deßwegen herabfallen, weil sich die Luft, welche sie empor gehalten, verdünnet, wie solches bisweilen nach einem gleich des Morgens entstehenden Nebel geschiehet, so bleiben die Tropfen sehr klein, mithin ist der Regen, den sie formiren, sehr zart,

und

und wird gemeiniglich ein Staub-Regen genennet. Wenn hingegen die Dämpfe sich schnell und in einen etwas hohen Dunstkreiß verdicken, wo die Luft mehrere Dichtheit hat, so werden die Tropfen desto grösser, und bleiben weiter von einander entfernet, wie man solches fast allezeit bey denen Platz-Regen wahrnimmt.

Die Erkältungen, welche in der Gegend derer Wolcken erfolgen, verdicken nicht allein die Dämpfe, und verwandeln sie in Regen, sondern es geschiehet auch öfters, daß der Frost so starck ist, daß er sie auch gefrieren macht, und sodenn fallen sie entweder als Schnee, oder als Hagel und Schlossen herab: als Schnee, wenn die Dämpfe zur Gerinnung gebracht werden, ehe sie sich wieder in grosse Tropfen vereiniget haben: denn indem diese unendlich kleinen Eiß-Theilgen sich schlecht mit einander verbinden, so können sie nichts anders, als sehr leichte Flocken zusammenbringen: als Hagel aber und Schlossen, wenn die Wasser-Theilgen Zeit haben, sich erstlich mit einander wieder zu vereinigen, ehe sie von dem Frost ergriffen werden.

Der Hagel solte natürlicher Weise niemals gröser seyn, als wie die Regen-Tropfen; wenn man nun bisweilen dergleichen fallen siehet, der an Grösse einer Welschen Nuß, oder einem Hühner-Ey gleichet, so rühret solches davon her, weil verschiedene solche Körner unter dem Herabfallen sich mit einander vereiniget hatten; oder auch, wenn sie einen hinlänglichen Grad der Kälte angenommen haben, so machen sie, daß alle Wasser-Theilgen gefrieren, die sie unter ihren Herabfall berühren, und sie geben gleichsam

die Kernen von verschiedenen Uberzügen von Eiß ab, die hernach ihren Umfang und Gewicht gar sehr vermehren. Daher kommt es also, daß der grosse Hagel allezeit sehr eckigt und zackigt ist, und daß die runden Körner, oder Schlossen nicht allezeit von ihrer Oberfläche bis zum Mittelpunct von gleicher Dichtheit sind.

Man hat zuweilen, obgleich sehr selten, solche Materien in Gestalt des Regens oder derer Schlossen, sehen herabfallen, die nicht aus Wasser bestanden. Im Jahr 1695. fiel in Irrland ein zäher und klebriger Regen, der 14. bis 15. Tage lang an denen Orten stehen blieb, wo er zusammen gelaufen war, und hernach gantz schwartz wurde, als er vertrocknete. In denen Breßlauischen Sammlungen *) wird von einem Schwefel-Regen gehandelt, darüber man in Braunschweig in grosse Unruh gerathen. Die Einwohner in Coppenhagen sammleten im Jahr 1694. auch Schwefel auf denen Strassen, nach einem heftigen Regen, der einen starcken Schwefel-Geruch gehabt hatte. Scheuchzer bemerckte im Jahr 1677. ein gelbes Pulver, das häufig niederfiel, und das man auch ohne Schwierigkeit vor Schwefel würde gehalten haben; als er es aber recht genau untersuchte, so wurde er bewogen zu glauben, daß diese Materie von der Blüte derer jungen Fichten herrühre, die sich sehr um den Zürcher See herum befinden, in dessen Gegend er diese Beobachtung gemacht hatte. Man hat in einer ziemlich weiten Entfernung von dem Meer, Sand-Regen bemercket: ohnfehlbar waren dieselben eine

*) Im Jahr 1721. Mens. Octobr. Class. IV. Artic. 3.

eine Würckung des Windes, oder Sturms, wie die Aschen- oder Stein-Regen, wenn man sie so nennen darf, durch die Ausbrüche derer Feuer-speyenden Berge sind zuwege gebracht worden.

Wenn im übrigen dergleichen Erscheinungen vorkommen, so muß man sie erstlich mit vieler Behutsamkeit untersuchen, ehe man seine Meynung davon sagt, und sich nicht geschwind das erste Ansehen einnehmen lassen; denn gemeiniglich wird durch die Aufmercksamkeit eines vernünftigen Beobachters ein falsches Wunder weggeräumet, und eine durch die Umstände verdunckelte Wahrheit an den Tag gebracht. Wenn man z. E. ohne einige vorhergehende Untersuchung schliessen wolte, es komme alles dasjenige, was man von neuen auf dem Erdboden unter oder nach einem Regen wahrnimmt, ebenfals, wie die Regen-Tropfen, aus denen Wolcken oder Dunstkreisse, so würde man endlich auch mit dem gemeinen Pöbel glauben, daß es Krôten, Blut, Korn, u. d. gl. regne. Wenn man aber weiß, daß alle Thiere, bis auf die Kriechenden und die Insecten, eine ordentlich eingerichtete Zeugung haben, die allezeit, bey einer jeglichen Gattung, auf einerley Weise geschiehet; daß die Krôte eben so, wie ohngefehr der Frosch, aus einem Leich herfürkommt, welches allzudicke und schwehr ist, als daß es, wie die Dämpfe, solte können empor steigen; und daß das Weibgen, welches dieses Leich herfürbringt, und das Männgen, so es befruchtet, sich nicht können in der Luft aufhalten: so findet man, es sey viel vernünftiger zu urtheilen, daß alle diese kleinen nur kürtzlich ausgekrochenen, und bisher unter dem Graß oder anderswo verborgen gewesenen Thiere,

durch den Regen sind veranlasset worden, aus ihren bisherigen Auffenthalt sich heraus zu begeben, als wenn man glauben wolte, sie wären nur erst zufälliger Weise herfürgebracht worden, und sodenn auf die härteste und festeste Erde herab gefallen, ohne daß sie zerborsten.

Die rothen Flecken, womit die Mauren und getünchten Wände derer Häuser zu verschiedenen Zeiten hin und wieder gleichsam bemahlet gewesen, haben den unwissenden und von der Furcht schon voraus eingenommenen gemeinen Pöbel zu glauben bewogen, daß es Blut geregnet habe. Die Historienschreiber selbst *) haben nicht unterlassen dergleichen erstaunliche Erscheinungen auf die Nachkommenschaft zu bringen, und sie mit solchen Begebenheiten zu verbinden, die zu gleicher Zeit geschehen sind, bis endlich einige aufmercksamere Gelehrten **) beobachteten, daß der vorgegebene Blut-Regen auf bedeckte Oerter gezeichnet habe, als die untersten Theile derer über denen Thüren und Fenstern liegende Quer-Balcken, und daß unmittelbar darauf die Luft mit einer unzähligen Menge Insecten von einerley Gattung sey angefüllet gewesen.

Die erstere von diesen beyden Beobachtungen beweiset alsobald gantz unstreitig, daß die rothen Flecken keine Spuhren eines von oben herab gefallenen Regens gewesen. Die zweyte zeiget, nebst der Zeit, den eigentlichen und wahren Ursprung derer selben. Man wird hier gleich sehen, wie diese Begebenheit nach einer kleinen voraus gesetzten Untersuchung erkläret werde.

Wenn

*) PLUTARCHVS, DIE; TITVS LIVIVS, PLINIVS u. a. m.
**) PEIRESCIVS und MERET.

Wenn ein Schmetterling aus seiner Verwandlungs-Hülse heraus gehet, so giebt er allezeit 2. oder 3. Tropfen einer rothen Feuchtigheit von sich, die dem Blute ziemlich gleich kommt; nun findet sich hier ein solcher Umstand der Zeit, da eben eine erstaunliche Menge solcher Schmetterlinge ausgekrochen; denn es ist diese Gattung von Insecten, wie die meisten andern, von ungemeiner Fruchtbarkeit, und wenn alle Eyer gut blieben, würden wir grosse Beschwehrlichkeit davon haben. Man wird sich noch desjenigen Schadens entsinnen, den eine eintzige Art von Raupen, im Sommer des Jahrs 1735. um Paris herum angerichtet; es waren fast keine Hülsenfrüchte in denen Gärten vor denen Stadt-Gräbern mehr übrig, und alles, bis auf das Graß, war sowohl in denen Gärten als auf dem Felde, abgefressen. Wenn nun eine sehr grosse Anzahl von Raupen, welche zu Puppen worden sind, sich endlich in Schmetterlinge verwandelt, wie viel muß man nicht rothe Flecken zu sehen bekommen, wenn solches nemlich eine Art ist, die sich an die Mauren und Gebäude ansetzet? dann es giebt deren sehr viele, die in die Erde kriechen, oder sich an die Stengel derer Pflantzen setzen, und alsdenn wird man die Spuhren von ihrer Verwandelung fast gar nicht gewahr.

Die Frucht-Regen sind eben so wenig würckliche Regen, als die Blut-Regen; es ist zwar wohl an dem, daß man zuweilen, nach einem grossen Regen, die Erde mit einer grossen Menge zarter Körner bedeckt gesehen hat, die einige Aehnlichkeit mit dem Weitzen gezeiget haben, die Bauren, welche sie zusammen gesammlet, und Brod daraus zu backen versuchet, haben auch sicherlich geglaubet, sie wären vom Himmel herab ge-

fallen, und zugleich, nach des gemeinen Mannes seiner Art zu dencken, gewisse Muthmassungen von zukünftiger Theurung oder wohlfeiler Zeit, daraus hergeleitet: allein verständigere Leute, und die sich nicht so leicht von Vorurtheilen einnehmen lassen, haben so gleich erkannt, daß diese Körner nichts anders, als kleine Knoten (bulbi) sind, die sich in grosser Menge an denen Wurtzeln einer gewissen Gattung von Hahnenfuß (ranunculus) anzusetzen pflegen, welche man sonst das kleine Schöl-Kraut, ingleichen Biber- oder Pfaffen-Hödlein, (chelidonium minus) nennet, und darauf verschwand das Wunder auf einmal. Denn es ist bekannt, daß die Wurtzeln dieses Krauts sehr zart sind, und gar nicht tief in die Erde eindringen: von diesen verdorren die zärtesten Fäsergen nach und nach, und ihre Knötgen, welche mehr Consistentz haben, bleiben frey liegend, und sehen denen auf die Erde ausgestreueten Körnern einiger massen gleich.

Weil die Wolcken eine Zusammenhäufung von Dämpfen sind, so entstehen deren über dem Meer und denen grossen Seen, wo eine häufigere Ausdünstung geschiehet, ungleich mehr, als sonst in irgend einer Gegend. Daher fallen auch die Regen, wenn sonst alles andere seine Richtigkeit hat, nahe an denen See-Küsten viel häufiger, als mitten auf dem festen Lande und auf grossen Inseln. In Holland z. E. regnet es gemeiniglich mehr, als um Paris herum, und wenn der Wind aus Süden oder Westen gehet, so haben wir mehrentheils Regen-Wetter, wegen des Mittelländischen und des grossen Welt-Meeres, davon wir nicht gar zu weit entfernet sind.

Man pflegt gemeiniglich die Quantität des Regens,

der

der ein gantzes Jahr hindurch herab fällt, auf dem Königlichen observatorio zu messen, wie man solches schon vorlängst in Engelland, Italien, Holland, und in verschiedenen Städten in Teutschland gethan hat. Dergleichen Beobachtungen werden vermittelst eines viereckigten oder cylindrischen Gefässes angestellet, das innwendig von unten bis oben hinaus mit Graden bezeichnet ist, und an einen freyen offenen Ort gestellet wird, der jedoch in etwas vor dem Winde gesichert ist. So oft es nun regnet, so zeichnet man in einem Tage-Buch auf, wie viele Linien hoch das Wasser in dem Gefäß gestiegen sey, und wenn man zu Ende des Jahrs alle diese Posten zusammen rechnet, so siehet man, wie hoch sich die völlige Summe des in 12. Monaten herab gefallenen Regens belaufe. Indem man nun also verfahren, so hat man bemercket, daß in denen mittelmässigen Jahren zu Paris 19. Zoll Wassers; in Londen 37 $\frac{1}{2}$ Zoll nach Englischen Maaß, welche ohngefehr 35. Frantzöische Zoll betragen; in Rom 20. Zoll; zu Zürch in der Schweitz 32 Zoll, und in Utrecht 24. Zoll, die ohngefehr 23. Frantzöische Zoll ausmachen, herab gefallen sey.

Der Regen reiniget den Dunstkreiß, indem er alle Ausdünstungen mit sich herab führet, welche sich währender trockenen Witterung darinnen versammlen, und deren allzugrosse Menge die Luft verderben und ansteckende Kranckheiten erregen würde. Man kan diese Würckung gantz deutlich bemercken, nicht allein weil man alsdenn freyer Athem holet, sondern auch weil die Luft gurchsichtiger und heiterer wird; die Objecte können viel deutlicher und weiter in der Ferne gesehen werden, und niemals thun die Fern-Gläser und Perspecti-

ve bessere Dienste, als nach einem grossen Regen und bey stiller Witterung.

Eine andere Würckung des Regens, und die uns noch grössern Nutzen bringt, bestehet darinnen, daß er die Luft abkühlet, und die Hitze mindert, die uns öfters in gewissen Jahres-Zeiten viel Beschwehrlichkeit verursachet. Man erkennet die Ursche hiervon gar bald, wenn man weiß, daß die Gegend derer Wolcken fast immerzu viel kälter ist, als derjenige Theil des Dunstkreisses, darinnen wir uns befinden. Dieses ist eine Begebenheit, welche denenjenigen nicht unbekannt seyn kan, die den Gipfel derer Berge bereits mit Schnee bedeckt gesehen haben, wenn es in denen niedrigen Gegenden noch ziemlich warm ist. Wenn es demnach im Sommer regnet, so filtriret sich gleichsam kaltes Wasser mitten durch eine Luft, die ungleich wärmer ist, als dasselbe, wodurch dann diese nothwendig einen Theil ihrer Wärme verliehret.

Unter allen guten Würckungen des Regens, ist nun aber keine, deren wir mehr bedürfen, und die näher zu unsern Vortheil gereichet, als der Antheil, den derselbe an der Fruchtbarkeit des Erdbodens hat. Wenn der Regen lange Zeit auffen bleibt, und dessen Abgang sonst durch nichts anderes versetzet wird, so verdorret alles auf dem Felde, und die Wartung davon ist gantz vergebens: wenn aber derselbe die Aecker nur in etwas anfeuchtet, so erweicht er den Erdboden, erhält die Biegsamkeit derer Pflantzen, entwickelt die Keime, vereiniget die Grundtheilgen des Safts wieder mit einander, und dienet denenselben als ein vehiculum, um sie in die Wurtzeln zu führen, und nachhero durch den Stamm und die Zweige auszubreiten.

Well

Weil die Dämpfe, welche in Gestalt des Regens wieder herab fallen sollen, die subtilesten Theile aller dererjenigen Substantzen, welche die Natur mit zur Zusammensetzung derer vermischten Cörper nimmt, als Saltze, Schwefel, Oele, u. d. gl. entweder mit sich in die Höhe führen, oder in dem Dunstkreiß antreffen, so werden hernach alle diese Grundtheile, durch die von dem Wind bewegte Wolcken, von einem Ort zu dem andern gebracht, und dergestalt vertheilet, daß sie niemals gäntzlich vergehen. Um ihnen also Zeit zu geben, daß sie sich wieder zusammen setzen können, lässet man gemeiniglich die ausgesogene Erde eine Zeitlang ruhen, oder man säet andere Saamen hinein; denn es kan zum öftern eine Pflantze dasjenige entbehren, was eine andere aus dem Erdboden an sich ziehet.

Die Regen können auch eben so wol schlimme Würckungen haben, als gute; wenn sie kalt, oder sehr häufig sind, wenn sie ausser der rechten Jahres-Zeit fallen, so hindern sie den Fortgang des Wachsthums und die Zeitigung derer Früchte; sie machen daß das Getrayde faulet, und die Körner auf dem Felde auswachsen; sie machen daß das Wild stirbt, verderben die Wege, hindern die Schiffahrt auf denen Flüssen, durch das Austreten dererselben, und die Uberschwemmungen, so sie verursachen; und alle diese verdrießliche Würckungen machen die Handlung beschwehrlich, und geben Gelegenheit zur Theurung.

Man wird auch öfters auf dem Meer, viel seltener aber auf dem Erdboden, einer wunderbaren und sehr gefährlichen Erscheinung gewahr, die man eine Wasserhose oder Wirbel-Wind nennet: dieses ist eine dicke Wolcke, die sich von oben herab verlängert, in Ge-

stalt einer cylindrischen Säule, oder eines umgekehrten Kegels: aus derselben bricht eine grosse Menge Regen oder Hagel herfür, und sie verursachet ein Geräusch, wie ein brausendes und stürmendes Meer: allenthalben, wo sie hinkommt, reisset sie die Bäume aus der Erde, und stürtzet die Häuser nieder; wenn sie auch auf ein Schiff herabsinckt, so wird sie es fast allezeit versencken. Die Bootsleute, denen solche Gefahr schon bekannt ist, entfernen sich davon so weit sie nur können, und wenn sie sich derselben etwa wieder ihren Willen nähern müssen, so suchen sie solche mit Canonen-Schüssen aus einander zu treiben, ehe sie darunter kommen, um der Uberschwemmung vorzu bauen, womit sie bedrohet werden. Es haben gar wenig Beobachter so viel Zeit gehabt, daß sie dergleichen Zufall in der Nähe hätten untersuchen können, und daher ist es gekommen, das man von der Art, wie derselbe zu entstehen pflegt, noch nicht hinlänglich unterrichtet ist. Man glaubt mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit, *) daß eine durch einen gedoppelten Stoß zweyer einander entgegen stehende Winde, deren Richtungen parallel sind, mit Gewalt herumgetriebene Wolcke, die Gestalt eines Wasser-Wirbels annehme, der sich immer länger ausdehnet, und mehr oder weniger aus breitet, nach der verschiedenen Geschwindigkeit des Herumdrehens, und des Umfangs in der Höhe derer Winde, welche ihn also bewegen.

Ich hätte zwar noch vieles in Ansehung derer wässerigen Luft erscheinungen zu sagen; ich würde aber die Gräntzen überschreiten, welche ich nur selbst in einem

*) Siehe die Historie der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1727. pag. 5.

nem Wercke vorgeschrieben, darinnen ich mir nicht so wol vorgesetzt habe, eine vollständige Historie von denen natürlichen Würckungen zu liefern, als vielmehr nur die Ursachen derer bekanntesten und wichtigsten zu erläutern: solte jedoch der geneigte Leser mehr hiervon zuwissen verlangen, so könte er bey denenjenigen Schriftstellern *) sich Raths erholen, die von dieser Materie ausdrücklich und besonders geschrieben haben, wie auch in denen Abhandlungen derer fürnehmsten Academien, wo man eine Sammlung von meteorologischen Beobachtungen auf ein jegliches Jahr antrifft.

Der zweyte Abschnitt.

Von dem Dunstkreiß, in so fern er als ein bewegtes flüßiges Wesen betrachtet wird.

Man bemercket fürnemlich zweyerley Arten von Bewegungen in der Luft des Dunstkreisses: die erste ist eine Gattung einer denen Theilen dieses flüßigen Wesens beygebrachten Erschütterung, wodurch sie einige Augenblicke lang bewegt werden, ohne sich von ihrer Stelle zu verrücken **), die andere ist eine allmähli-

*) Als STONHVSIVS, RESTA, DECHALLES, GERSTEN, MVSCHENBROECK, u. a. m.

**) Man könte wider diese Definition einwenden, es zerschmettere ja der Knall einer losgeschossenen Canone die Fenster

ge Verrückung eines grossen Umfangs von Luft, mit einer merclichen Geschwindigkeit und einer bestimmten Richtung. Die erstere von diesen beyden Bewegungen nennet man den Schall, und die letztere ist diejenige, so man den Wind nennet.

Von dem Schall überhaupt.

Der Schall entstehet gemeiniglich von dem Stoß, oder dem zusammen stossen zweyer Cörper, deren erschütterte Theile verursachen, daß das flüssige Wesen welches sie umgiebt, auf allen Seiten in einer gewissen Entfernung in eine gleichmässige zitternde Bewegung geräth, die hernach denen andern Cörpern mitgetheilet wird, welche die Fähigkeit haben, sie anzunehmen, und in eben diesem Raum, darinnen solche Würckung geschiehet (Sphaera actiuitatis) zusammen kommen; daß solchemnach eben dieselbe Glocke welche man läuten lässet, von einer sehr grossen Anzahl Personen, so in der Nähe herumstehen, kan gehöret werden. Solchemnach kan man dem Schall betrachten 1) in einem klingenden Cörper; 2) in dem Mittelding, das ihn hindurch lässet, und 3) in dem Werckzeug, das den Eindruck davon empfängt. Man könte auch versuchen, ihn bis auf die Seele nachzuge-

hen

Fenster eines in der Nähe befindlichen Zimmers, welches ohne eine merckliche Verrückung der Masse derjenigen Luft, welche sie berühret und eindrücket, nicht geschehen könte: man wird aber aus allen dem, was in diesen Artickel wird erkläret werden, leichtlich erkennen, daß diese gewaltsame Bewegung der Luft sich öfters bey dem Schall oder heftigen Knall zugleich mit finden könne, ihm aber dennoch nicht wesentlich zukomme, und in denen gewöhnlichsten Fällen sich gar nicht äussere.

hen, welche die Idee davon annimmt; es gehöret aber dieses Unterfangen in die Metaphysic, und überschreitet mein Vermögen: daher werde ich nur von dem Schall in Absicht auf das Gehör handeln, wie ich bey denen übrigen Sinnen gethan habe, und mich begnügen. das Object bis an denjenigen Theil des Werckzeugs zu begleiten, wo die Empfindung vollendet wird, keineswegs aber untersuchen, wie die Ideen bey Gelegenheit des zu empfindenden Objects entstehen.

Von denen hell-klingenden Cörpern.

Man verstehet durch eigentlich so genannte hell-klingende Corper diejenigen, deren Schall nach dem Stoß oder der Friction, so denselben herfür bringt, deutlich, gegen einen andern leicht zu vergleichen, und von einiger Dauer ist. Denn man darf solchen Nahmen denenjenigen nicht beylegen deren Fall oder Erschütterung nur ein verwirrtes oder schnell vorüber gehendes Geräusch hören lässet, als wie ein beladener Karn, den man ausschüttet, das Rauschen eines fliessenden Wassers, oder das Brausen derer stürmenden Wellen. Daher erkennet man also, daß nach dieser Beschreibung nur die elastischen Cörper eigentlich und in der That hell-klingende sind, und daß der Schall, den sie von sich geben, allezeit ihren Vibrationen proportionirt sey, so wol in Ansehung der Dauer, als der Intensität oder Stärcke.

Das erste Experiment.

Vorbereitung.

Die 2te Figur *Tab. XVI.* stellet eine gläser-

ne

ne Glocke für, die zwischen zwey auf einem Fuß aufgerichteten Stänglein aufgehänget ist; an diese schlägt man unten etliche mal gelinde an den Rand, damit sie anfange zu klingen, und drehet darauf alsobald die Schraube A, welche durch das eine Stänglein gehet, herum, bis sich die Spitze derselben gantz nahe an der Glocke befindet, ohne jedoch solche zu berühren.

Würckungen.

Man vernimmt sodenn ein kleines Zittern des Glases gegen die Spitze der Schraube, und dieses Geräusch dauret so lange, als der Schall der Glocke anhält.

Das zweyte Experiment.

Vorbereitung.

Man befestiget eine ohngefehr 2. Schuh lange Saite von einem Clavecymbel, oder einer Leyer, an zwey festen Puncten, und schlägt in der Mitte mit einem Zahnstecher, oder Stecknadel darauf, damit sie sich bewege.

Würckungen.

So lange diese Saite klinget, so siehet man, daß sie die Gestalt eines länglichten Vierecks, *Fig. 3. Tab. XVI.* vorstellet, und diese Gestalt verliehret sich mit dem Schall, so bald man sie

nur

nur mit dem Finger, oder einigen andern dazu-ten Cörper, berühret.

Erklärungen.

Man kan sich eine Glocke als eine Reyhe von runden Bändern oder Gürteln vorstellen, deren Durchmesser in der 4ten Figur *Tab. XVI.* durch punctirte Linien, 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. vorgestellet sind, wie sie nach einem gewissen Verhältniß immer kleiner werden; ein jegliches solches Band aber kan man sich, in Absicht auf seine Dicke, als einen flachen Ring vorstellen, der aus verschiedenen concentrischen Umkreissen zusammengesetzt ist, wie die 5te Figur *Tab. XVI.* zeiget. Was ich nun von einem dieser flachen Ringe sagen werde, das muß man von allen solchen Bändern oder Gürteln verstehen.

Wenn die Materie der Glocke nicht poreus wäre, so würden alle concentrische Umkreisse, welche die Breite eines solchen Ringes ausmachen, und woraus die Dicke der Glocke bestehet, eben so viel gantze ununterbrochene Linien seyn, wie sie die vorgedachte 5te Figur vorstellet. Weil aber die Theile, woraus sie zusammengesetzt sind, kleine Zwischenräume unter sich zurück lassen, so werden daher diese Ringe in der 6ten Figur so vorgestellet, wie sie der Natur mehr gemäß sind.

Man erinnere sich hiernächst wieder an dasjenige, was wir gesagt haben, als wir die zurückprallende Bewegung erkläret *): „Daß nemlich eine elasti-„ sche Kugel, welche auf eine Marmor-Tafel herab-„ fällt, ihre runde Gestalt verliehre, und dieselbe nicht

„ eher

*) In dem ersten Theil dieser Vorlesungen, pag. 329.

„ eher wieder bekomme, bis sie eine Zeitlang eine El-
„ lipsoide gewesen, wovon der grosse Durchmesser
„ beyde mal, nemlich sowol horizontal, als vertical,
„ überein ist. „ Hieraus folget nun, daß, wenn man von aussen an den Rand einer Glocke schlägt, der als ein elastischer Ring anzusehen ist, a, b, c, d, *Fig. 7. Tab. XVI.* solcher wechselsweiß auf 2. Seiten oval werde; und eben darinnen bestehen auch seine Vibrationen. Wenn sich also z. E. eben derselbe Theil der Glocke a, nach und nach mit einer grossen Geschwindigkeit aus *f* in *g*, und aus *g* in *f* begiebt, so stösset er eben so vielmal an die Spitze der Schraube, und lässet denjenigen zitternden Thon hören, darinnen die fürnehmste Würckung des ersten Experiments bestund.

Es kan aber dieser runde Circkel nicht anders, als unter zwey Bedingungen oval werden. Erstlich müssen sich die kleinen Plättlein oder Fäden, daraus er zusammengesetzt ist, an zwey gegen einander überstehenden Orten seines Umkreisses anfänglich etwas mehr zusammen biegen, und nachhero etwas weniger, als sie es sonst zu seyn pflegen, wenn sie einen Circkel ausmachen. Zweytens ist es nöthig, daß diejenigen von diesen Theilen, welche die äussersten Lagen formiren, an denen Orten, wo die stärckste Biegung ist, sich weiter von einander entfernen, als sie in ihren ordentlichen Zustand zu thun pflegen.

Was die gespannte Saite betrift, so muß man sich auch desjenigen erinnern, was wir gesagt haben *), als wir von denen Gesetzen der Schnellkraft gehandelt, „ daß nemlich ihre Vibrationen, welche uns die-

„ selbe

*) In dem ersten Theil dieser Vorlesung, pag. 328.

„ selbe unter der Gestalt eines länglichten Viereckts „ darstellen, (weil sie allezeit sehr geschwind geschehen, und die Eindrücke, die uns dergleichen Figur abbilden, indem sie oberwärts einen Winckel machen, annoch in dem Grund des Auges vorhanden sind, wenn andere wieder entstehen, die uns dieselbe vorstellen, indem sie einen Winckel unterwärts machen,) „ daß, sage ich, diese Vibrationen zu Folge der Re- „ action aller kleinen Fäsergen geschehen, aus wel- „ chen diese Saite zusammengesetzt ist. „ Denn wenn dieselbe wincklicht wird, so ist sie länger, als wenn sie in gerader Linie, von einem festen Punct bis zum andern, ausgespannet ist. Es müssen also die kleinsten Theilgen sich in etwas von einander entfernen, damit sie sich nach dieser Verlängerung richten können; und hinwiederum sich näher zusammensetzen, wenn sie wieder zu der ersten Länge sollen gelangen.

Ich stelle mir demnach bey einer Saite eben so, wie bey einer Glocke, wenn man sie thönen lässet, zweyerley Vibrationen vor; einige werde ich vollkommene (totales) nennen, weil sie in dem gantzen hell-klingenden Cörper geschehen, ich meyne diejenigen, welche die Circkel-runden Gürtel der Glocke zu ovalen machen, und uns eine Geigen- oder Clavecymbel-Saite unter der Gestalt eines länglichten Viereckts vorstellen; die andern, welche ich besondere (particulares) nenne, gehören zu denen unmercklichen Theilen, und man kan sie als die Anfänge derer ersten ansehen.

Man hat allezeit geglaubet, es wären die Cörper vermöge ihrer vollkommenen oder totalen Vibrationen hellklingend; nunmehro hat man aber diese falsche

sche Einbildung abgelegt, und ist diese Verbesserung sonderlich denen Herren PERAULT, CARRE und *de la* HIRE zuzuschreiben. Der letztere von diesen dreyen Mitgliedern der Academie, beweiset vermittelst eines gantz schlechten Experiments, daß das wesentliche des Schalles in denen besondern Vibrationen derer unmercklichen Theile bestehe. „ Man halte, sagt er *), „ eine kleine an einem Finger herabhangende Zange „ schwebend, und drucke mit der andern Hand die „ beyden Arme derselben zusammen, und lasse sie „ hernach auseinander fahren, so entstehen zwar Vi„ brationen, sie geben aber keinen Thon von sich: „ um sie nun hingegen klingend zu machen, so schla„ ge man nur oben mit einem Finger, oder andern „ dichten Cörper, daran, so werden sie noch ferner „ Vibrationen machen, wie bey dem ersten Versuch, „ aber vor diesesmal werden sie einen sehr deutlichen „ Thon von sich geben. Was findet sich nun aber „ hier mehr, ausser einer zitternden Bewegung, in de„ nen Theilen des Eisens, die man auch empfindet, „ wenn man die Hand gantz sanfte daran hält? „

Es muß also diesen zitternden Theilen der Schall zu geschrieben werden, und nach diesem Experiment muß man überzeugt seyn, daß, so oft es wird möglich seyn, diese beyde Gattungen derer Vibrationen von einander abzusondern, man niemals von denen vollkommenen, oder totalen, einen Schall erhalten werde: wenn aber diese aus denen andern entstehen, (welches derjenige Fall ist, der am gewöhnlichsten vorkommt) ohnerachtet sie den Schall nicht vor sich selbst

zu

*) In denen Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1716. pag 264.

zuwege bringen, so reguliren sie doch inzwischen die Stärcke, die Dauer, und die Modificationen desselben.

Anwendungen.

Die Erklärung derer beyden vorhergehenden Experimenten kan zur Erläuterung verschiedner anderer Begebenheiten dienen, welche mit dieser Materie einiges Verhältniß haben, und allerdings einige Aufmercksamkeit verdienen. Warum macht man z. E. die Glocken aus einem Metall, das aus Zinn und Kupfer zusammen gesetzt ist? Es geschiehet solches deßwegen, weil ein jegliches zusammen gesetztes Metall härter, unbiegsamer, und folglich elastischer ist, als die einfachen Metalle, so zu solcher Vermischung genommen werden: und weil die hell-klingenden Cörper diese Eigenschaft um so viel mehr haben, je grösser die Schnellkraft ihrer Theile ist, so pflegt man die Materie derer grossen und kleinen Glocken zusammen zu schmelzen, um also einen desto stärckern Klang zu erhalten. Inzwischen bestehen die meisten kleinen Glöckgen und Schellen fast aus lauter Kupfer; allein es ist solches ein schlechtes Kupfer, ein spröd-gewordenes Metall, welches die Rothgiesser *Potain* nennen, und weil diese Materie sehr hart und brüchig ist, so ist sie auch daher hell-klingender, als ein neues und geschmeidigeres Kupfer seyn würde, das man rein Kupfer nennet. Wenn man kleine Glöckgen von Silber verfertiget, die in denen Zimmern gebraucht werden, so können sie nur einen schlechten Klang haben, wenn das Metall nicht mit einem andern versetzt ist, oder man ihm sonst zu Hülfe kommt, indem man es kalt schmiedet, wodurch es mehrere Schnellkraft erlanget.

Man kan so gleich machen, daß der Klang einer Glocke aufhöre, wenn man sie mit der Hand, oder sonst einem andern Cörper berühret, weil solchergestalt die Vibrationen unterbrochen werden. Daher kommt es, daß die Seiger-Glocken, wenn sie mit Schnee bedeckt sind, gantz dumpfig klingen, eben wie die Trommeln, so man bey Leichen-Bestattungen mit einem Tuch bedecket. Um eben dieser Ursach willen kan eine Glocke, so einen Riß hat ihre Vibrationen auch nicht fortsetzen, weil die Ränder des Spaltes gegen einander anstossen, und einer in Ansehung des andern eben das thut, was sonst ein frembder Cörper, der die Glocke berühret, thun könte. Der Klang würde wahrscheinlicher Weise weniger unterbrochen seyn, wenn dieselbe, anstatt daß sie einen blossen Spalt hat, eines Fingers breit, oder noch weiter von einander geborsten wäre. Man kan auch noch anmercken, daß die Uhrmacher allezeit dahin besorgt sind, daß die Hämmer derer kleinen Glöckgen, so bald sie angeschlagen haben, so gleich durch eine Feder wieder gufgehoben werden, damit nicht eben derselbe Cörper, der den Klang erreget hat, solchen wieder verändere, wenn er allzulange auf dem hellklingenden Cörper liegen bleibt.

Weil der Schall niemals etwas anders ist, als eine Reyhe von Vibrationen, so muß man daraus erkennen, daß keiner jemals schlechterdings beständig anhaltend sey; so fern uns auch einer also zu seyn scheinen solte, so rühret solches davon her, weil die Stille zwischen einer und der andern Vibration allzukurtz ist, daß man sie nicht wahrnehmen kan. Nichts schicket sich besser, diese Wahrheit zu erkennen, als ein Instrument, daß da schnarret, wie z. E. eine Schalmeye, oder eine

Sack-

Sack-Pfeiffe: einsolches schnarrendes Instrument ist aus zwey sehr dünnen und elastischen Plättlein zusammen gesetzt, die aus Metall, Holtz, oder sonst einer andern Materie bestehen, und an einem Ende zusammen verbunden sind, und also eine kleine Röhre mit einander formiren; an dem andern Ende sind sie flach, und liegen gantz nahe über einander, ohne jedoch sich zu berühren. Wenn nun ein solches Instrument durch den Athem des Mundes, oder den in einem Blasbalg eingeschlossenen Wind erreget wird, so schlagen die beyden Plättlein mit der äussersten Geschwindigkeit an einander, und machen einen Schall, der eben so an einander hangend zu seyn scheinet, wie der Schall einer Flöte, oder einer Baß-Geige. Da nun aber gleichwol solcher Schall von dem vervielfältigten Anschlagen eines Plättleins an das andere entstehet, so hat es seine unstreitige Richtigkeit, daß eine kleine Zwischen-Zeit müsse bey dem Anschlagen vorkommen, und der dadurch herfür gebrachte Schall nicht könne an einander hängend seyn.

Die Stimme derer meisten Insecten, wird ebener massen durch eine künstliche Zusammenfügung gewisser Theile zuwege gebracht, die derjenigen, so man bey einem schnarrenden Instrument bemercket, ziemlich gleich ist; denn man iret sich sehr, wenn man glaubet, das Summen derer Mücken, das Geräusch, so die Heuschrecken, Graß-Pferde und Grillen machen, komme aus dem Munde dieser kleinen Thiere, oder denen Werckzeugen, womit sie ihre Nahrung zu sich nehmen: bey denen erstern ist solches ein gewisses Zusammenschlagen derer Flügel; bey denen andern ist es das Spiel von einer Gattung einer Trommel, die sie bis-

weilen in dem Bauch haben, wie die Heuschrecken, bisweilen auch auf dem Rücken, ohnweit dem Brustſtück, wie man bey gewiſſen Graß-Pferden oder Sprengſel leichtlich wahrnehmen kan, die ſich in die Gebüſche verbergen und keine Flügel haben.

Entſtehet denn aber der Schall allezeit von dem Stoß, oder dem Anſchlagen zweyer dichten Cörper, wie z. E. der Klang einer Glocke, daran man mit einem Hammer ſchlägt, oder auf einer Saite, die mit dem Nagel, oder der Spitze von einem Federkiel geſchnellet wird? würden die flüßigen Materien nicht auch vor ſich ſelbſt klingend ſeyn? oder würden nicht wenigſtens diejenigen, ſo mit harten Cörpern ſind geſchlagen worden, endlich vermögend ſeyn einen Schall von ſich zu geben.

Man weiß ſo gleich, woran man ſich in Anſehung dieſer Fragen zu halten habe, wenn man nur gewiſſe Würckungen, die ſich täglich zeigen, ein wenig erweget. Das Klatſchen mit einer Peitſche, womit ein Kutſcher oder Poſt-Knecht einen Wiederſchall macht, das Brauſen von einem dünnen Bretgen, das die Knaben, wenn es an einem Bindfaden geknüpfet iſt, ſchnell herum drehen, das Pfeiffen einer Spitz-Ruthe die man mit groſſer Geſchwindigkeit ſtarck ſchüttelt, iſt dieſes alles wohl etwas anders, als der Schall der von einem harten Cörper geſchlagenen Luft? In allen dieſen Fällen, und in unzehlig vielen andern, iſt alſo ein flüßiges Weſen vorhanden, das einen Schall von ſich giebt, und deſſen Theile ſich in Vibrationen ſetzen, weil ſie durch einen dichten Cörper ſind angeſtoſſen worden. Bey dem Schall einer Pfeiffe, oder Flöte, ſehe ich nichts anders, als eine gewiſſe Portion Luft, die aus

dem

dem Munde des Flötenspielers heraus gehet, um an eine andere Masse von Luft anzuschlagen, die in dem Instrument enthalten ist: denn ich halte nicht dafür, daß die Vibrationen des Holtzes etwas hierzu mit beytragen, wenn es nicht vielleicht dieses ist, daß sie den bereits formirten Schall mit mehrern oder wenigern Nachdruck hin-durch gehen lassen. Was mich am meisten beweget zu glauben, daß die Vibrationen der Flöte keinen Antheil an der Herfürbringung derer Thöne haben, die sie von sich giebt, ist dieses, weil man sie unterwährenden Spielen in der Hand hält und darauf greift, wodurch ihre Vibrationen, wenn sie auch welche hätte, ohnfehlbar würden gehemmet werden. Es dienet also dieses Instrument derjenigen Portion von Luft, auf welche man hinein bläßt, so zu reden nur zum Maaß und Uberzug, und man kan sagen, daß alle diejenigen Fälle, welche diesem nach seiner wesentlichen Beschaffenheit ähnlich sind, eben so viele Beyspiele abgeben, von dem durch die flüßigen an einander stossenden Materien würcklich herfür gebrachten Schall.

Es giebt Leute, wie schon bekannt ist, die ein Trinck-Glaß vermittelst dem Schall ihrer Stimme zersprengen, indem sie die Oefnung desselben an dem Mund setzen. Es geschiehet solches nicht daher, wie einige in dieser Materie nicht sonderlich erfahrne Personen geglaubet haben, daß ein rauher und übel lautender Thon hierzu erwehlet werde; noch auch, wie ein gewisser Schriftsteller *) behauptet hat, der eine eigene Abhandlung von dieser Materie geschrieben, weil die von der Stimme in Bewegung gebrachte Luft durch das Glaß hin-

*) MORHOFFIVS de Scypho vitreo, per certum humanae vocis sonum fracto.

hindurch dringe und dasselbe zwinge sich aus einander zu begeben. Vielmehr erfolget solches daher, weil man eben denselben Thon annimmt, den das Glaß hat, und denselben nur starck erhebet und mit Gewalt vermehret: denn in solchen Fall wird auch die Stärcke derer totalen Vibrationen vermehret, und folglich auch derer besondern ihre aus denen jene entstehen. Weil aber diese letztern nicht erfolgen können, ohne daß die Theile des Glases sich von einander entfernen, so muß daher solche Entfernung derer Theile, wenn gedachte Vibrationen allzustarck werden, sich bis auf die Trennung des Zusammenhangs erstrecken, und alsdenn zerfällt das Glaß in Stücken; mit einem Wort, die mit Gewalt vermehrte Stimme thut eben das, was ein Fiedelbogen an einer zarten Saite thut, wenn man mit demselben sehr heftig darüber hinstreicht. Es ist dieses noch ein hieher gehöriges Exempel, von einem, durch den Stoß einer flüßigen Materie, in einem dichten Cörper erregten, oder wenigstens vermehrten Schall.

Von dem Mittelding, durch welches der Schall gehet.

Die Vibrationen eines hell-klingenden Cörpers würden sich in einer vollkommenen Stille ereignen, wofern sich nicht zwischen demselben und uns einige Materie befände, die fähig wäre, diese Gattung einer Bewegung aufzunehmen und hindurch gehen zu lassen: denn dieses ist die Ordnung der Natur, daß kein Cörper in einen andern würcket, wofern er ihn nicht entweder selbst, oder vermittelst einer dazwischen befindlichen Materie berühret, und man kan von allen denen, die

sich

sich Ausnahmen von diesem allgemeinen Gesetz vorgestellet haben, mit Recht sagen, daß noch keiner hinlängliche Beweise davon beygebracht habe. Wenn aber auch der hellklingende Cörper in eine Materie würcken solte, so würde dennoch die Fortpflantzung des Schalles nicht geschehen können, wenn diese vielleicht unbiegsame, oder allzuweiche Materie, nicht fähig seyn solte, von eben derselben Bewegung erreget zu werden, wie jener. Hier siehet man also zwey überein nöthige und zureichende Bedingungen, in Ansehung des Mittelddings, durch welches der Schall gehen muß: 1) Muß dasselbe eine gewisse Dichtheit haben, damit seine Theile starck und frey genug gegen einander würcken können; 2) muß es elastisch seyn, weil die Bewegung der Vibration aus der Schnellkraft derer Theile entstehet. Die jetzt folgende Experimente werden statt derer Beweise von diesen beyden Sätzen dienen können.

Das dritte Experiment.

Vorbereitung.

Man stellet das Räderwerck von einer kleinen Uhr auf den Teller einer Luft-Pumpe, (*Fig. 8. Tab. XVI.*) welches, wenn es in seiner Bewegung ist, zwey Hämmer aufhebet, die sodenn wechselsweiß an ein Glöckgen schlagen. Dieses Instrument stehet auf einen bleyernen Fuß erhöhet, der unten mit einem von Baum- oder gemeiner Wolle aus-

gestopften Küßgen versehen ist*). Alles dieses wird hernach mit einer Glocke bedecket, an deren Ober-Theil sich eine mit Leder ausgefüllete Büchse befindet. Das metallene Stänglein, so durch dieselbe gehet, dienet dazu, daß man die kleine Feder F kan loß lassen, um das Räderwerck in Bewegung zu setzen, so bald man die Luft unter der Glocke so starck, als es nur immer möglich ist, verdünnet hat.

Würckungen.

So bald die Luft hinlänglich verdünnet ist, und das Stänglein, welches durch die mit Leder angefüllete Büchse gehet, den Drücker, der das Räderwerck bishero aufgehalten, nicht mehr berühret, so siehet man zwar, wie die Hämmer auf das Glöckgen schlagen, höret aber keinen Klang; wenn hingegen das Instrument den Teller die Glocke, oder sonst einen andern harten Cörper berühret, der mit der äussern Luft einige Gemeinschaft hat, wie z. E. das Stänglein, womit man den Drücker loß gemacht, so höret man nur das Anschlagen derer Hämmer ein wenig.

Das

*) In dem ersten Theil, in der dritten Vorlesung, Tab. IX. Fig. 2. ist dieses Instrument etwas gröſſer abgebildet zu sehen.

Das vierdte Experiment.

Vorbereitung.

Man muß eine kleine Uhr mit einem Wecker auf einer 4. oder 5. Linien dicken bleyernen Platte befestigen, und sie nachhero mit einer kleinen Glocke bedecken, deren Rand mit weichen Wachs auf die bleyerne Platte angekittet ist. Hierauf hänget man alles zusammen mit 4. dünnen Schnüren, die oben über der Glocke sind zusammen gebunden worden, in ein grosses cylindrisches Gefäß, darinnen sich ohngefehr 30. Maaß Wasser befinden, das vorher von der Luft ist gereiniget worden. Siehe die 9te Figur *Tab. XVI.*

Würckungen.

Wenn der Wecker anfängt zu schlagen, so höret man es, ohnerachtet er von allen Seiten mit vielen Zollen Wasser umgeben ist; jedoch scheinet der Klang sehr schwach zu seyn.

Erklärungen.

Ein Glöckgen, daß seine Vibrationen in dem Luft-leeren Raum machet, kan dieselben keiner Sache mittheilen; mithin, weil sie den Klang nur zu wege bringen, wenn sie durch etwas hindurch gehen, so müssen sie in vorgedachten Luft-leeren Raum gantz stille fürüber gehen. Es ist zwar in der That unter der Glocke, die zu unsern Experiment gebraucht wird, kein ab-

soluter Luft-leerer Raum; allein, die darinnen zurückgebliebene Luft ist dergestalt verdünnet, daß ihre alsdann sehr schlaffe Theile nicht genungsame Reaction haben. Es fehlet also diesem flüßigen Wesen die erstere von diesen beyden Bedingungen, die wir oben angezeiget haben, das ist eine hinlängliche Dichtheit, welche die Theile in dem Stand setzet, daß sie starck gegen einander würcken können.

Man wird zwar vielleicht einwenden, es befinde sich allezeit in diesem Gefäß, in Ermangelung der gröbern Luft, eine subtilere Materie, es möchte nun solches gleich die Materie des Feuers, oder Lichts seyn; aber allen Ansehen nach ist diese Materie es sey auch was für eine es wolle, keineswegs zur Fortpflantzung des Schalles geschickt, entweder, weil ihre Schnellkraft derer Hell-klingenden Cörper ihrer gleichförmig ist, oder weil diese die Herrschaft über jene nicht erlangen können, weil sie ungemein leicht durch alle Cörper hindurch dringet.

Dieses so bekannte und in denen Collegiis so oft wiederholte Experiment, mit dem Glöckgen im Luftleeren Raum, hat Anlaß gegeben, daß viele daraus geschlossen, es sey die Luft das einige Mittelding, das zur Fortpflantzung des Schalles geschickt ist. Das sie hierzu in der That geschickt sey, und zwar weil mehr als ein anderes Mittelding, das ist wohl ausser allen Zweifel; daß sie es aber gantz allein sey, ist, meines Erachtens, zu viel gesagt. Denn warum gehet eben dieses Experiment denen jenigen, die es machen, nicht nach Wunsche von statten, wenn sie nicht dahin sorgen, daß der Hell-klingende Cörper völlig frey stehe, oder verhüten, daß er nicht etwa den Teller, die Glo-

cke, oder einigen andern harten Cörper, der nach aussen zu einige Gemeinschaft hat, unmittelbar berühre? Geschiehet es nicht deß wegen, weil der Schall durch die dichten Cörper hindurch gehet, die auf einer Seite mit dem kleinen Glöckgen, und auf der andere mit der äusserlichen Luft Gemeinschaft haben?

Ausser diesen so lässet uns, wie mich deuchtet, das vierdte Experiment keinen Zweifel hierüber zurücke. Wenn der Schall nur allein durch die Luft gehen könte, warum hörte man ihn denn, wenn der unter dem Glaß und der bleyerne Platte eingeschlossene Hell-klingende Cörper in einem mit Wasser angefülleten Gefäß versenckt ist? Findet man sich nicht gezwungen zu gestehen, daß der Schall von dem Wecker erst der Luft, so denselben umgiebt, von der Luft so dann der Glocke, von der Glocke dem Wasser, und von dem Wasser der äussern Luft mitgetheilet werde?

Man möchte zwar wohl noch sagen, es geschehe diese Mittheilung nicht vermittelst derer eigenen Theile des Glases und des Wassers, sondern vermittelst derer Theile der Luft, welche jene in sich enthalten, und die sich natürlicher Weise in allen Cörpern befindet. Ich bin aber diesen Einwurf zuvorgekommen indem ich mich eines von der Luft gereinigten Wassers bediennet; und wenn man mir ferner einwenden solte, daß man niemals alle Luft, so sich in dem Wasser befindet, hinweg nehmen könne, so würde ich antworten, ich hätte doch wenigstens einem grossen Theil derselben hinweg genommen, und wenn diese Luft ohnumgänglich zur Fortpflantzung des Schalles erfordert würde, so müste ich wenigstens einen mercklichen Unterschied finden, wenn ich eben dieses Experiment

mit einer gleichen Quantität Wassers wiederholte, das nicht von der Luft gereiniget ist, welches ich gleichwol niemals wahrgenommen habe, so groß auch meine Aufmercksamkeit gewesen, so ich dabey angewendet.

Wenn aber ja noch etwas uns einen Zweifel solte erwecken können, daß die Theile des Wassers für sich selbst geschickt wären den Schall durch zu lassen, so würde es die Meynung seyn, die man gemeiniglich heget, daß nemlich die flüssigen Wesen keiner Zusammenpressung fähig wären; denn wenn sich dieses nach der Strenge so befände, so würden sie keine Schnellkraft haben, und ein jeglicher Cörper, der nicht elastisch ist, der kan auch keine Bewegung der Vibrationen annehmen.

Aus was für einem Grund hat man aber bisher geglaubet, daß die flüßigen Materien nicht könten zusammen gepresset werden? Es ist solches daher geschehen, weil die Mitglieder der Florentinischen Academie, und verschiedene andere Naturkündiger, welche in dieser Absicht Versuche damit angestellet, ihren Umfang niemals durch die Zusammenpressung haben einschräncken können. Ist aber dieses wohl hinlänglich, um ohne alle Ausnahme fest zu setzen, daß die flüßigen Materien gar nicht können zusammen gepresset werden? Würde man nicht viel vernünftiger geschlossen haben, daß, wenn sie sich ja durch die Gewalt zusammen pressen lassen, welche wir im Stande sind wider sie anzuwenden, so geschehe solches in einer so geringen Quantität, daß ihr Umfang niemals mercklich dadurch vermindert werde?

Es beweiset also keine einige bekante Begebenheit

die absolute Incompreßibilität des Wassers; ich habe auch bereits an einem andern Ort *) solche Ursachen angeführet, welche diese Meynung starck bestreiten, und mir deuchtet, unser letzteres Experiment werfe dieselbe völlig über den Haufen: denn wenn das Wasser den Schall durchgehen lässet, so ist es elastisch, und wenn es elastisch ist, so muß es auch der Zusampressung fähig seyn.

Anwendungen.

Weil der Schall durch die dichten Cörper gehet, wie solches die grosse Behutsamkeit, so man anwenden muß, wenn das erstere von denen beyden vorhergehenden Experimenten recht genau von statten gehen soll, gantz unstreitig beweiset, so darf man sich daher auch nicht über eine Begebenheit verwundern, womit sich die Kinder die Zeit vertreiben, und die auch ernsthaftere Personen zur Aufmercksamkeit beweget, da man nemlich den Stoß einer Stecknadel gegen das äusserste Ende eines langen Balckens gantz deutlich höret, wenn man das Ohr an das andere Ende hält: denn wegen der Contiguität derer Theile, ist dieser Stoß der Luft wieder mitgetheilet worden, die das entgegenstehende Ende des Holtzes berühret. Inzwischen ist es etwas gantz besonderes, daß das Geräusch so gar wenig von seiner Kraft verliehret, um noch in eine so weite Entfernung zugelangen, da er hingegen durch die Dicke eben dieses Balckens kaum kan gehöret werden; es rühret aber dieses allem Ansehen nach, daher, weil die nach der Länge hinausgehenden Fasern des Holtzes durch ihre Porosität ungleich

*) In dem ersten Theil dieser Vorlesungen, pag. 165. sqq.

gleich weniger unterbrochen sind, als die Zusammenfügung eben dieser Fasern, woraus die Dicke eines solchen Stückes entstehet.

Es gehet aber nicht allein der in dem Wasser hervorgebrachte Schall durch dasselbe in die Luft, sondern es gehet auch derjenige, der in der Luft, entstehet, aus derselben in das Wasser, und lässet dasselbe alle seine Modification empfinden. Ich habe die Curiosität gehabt, mich ausdrücklich deßwegen in verschiedene Tiefen eines stillstehenden Wassers hinabzulassen, und habe daselbst alle Arten von Schall, bis auf die deutliche Aussprache der menschlichen Stimme, sehr vernehmlich gehöret.

Es ist zwar gewiß, daß alle diese Schalle merklich geschwächet waren, ohne Zweifel weil die Theile des Wassers, da sie nicht so biegsam sind, als die Theile der Luft, weder solche weite, noch so lange anhaltende Vibrationen haben können; das merckwürdigste aber hierbey ist dieses, daß solche Verminderung fast überall völlig nach dem Durchgang der Luft in das Wasser geschiehet: denn in einer Tiefe von 3. Schuhen hörete ich fast eben so gut, als in einer] von 3. Zollen.

Es wird unter denen Natur-Verständigen die Frage aufgeworfen, wie man wissen könne, ob die Fische nicht auch taub wären, gleichwie sie stumm sind? und obgleich die geschicktesten unter denenselben *) sich viele Mühe mit deren Untersuchung gegeben haben, so ist sie dennoch, zu grosser Verwunderung des gemeinen Pöbels, unentschieden geblieben, als welcher allezeit

*) PLINIUS, BOYLE, ARTEDI, RONDELETIUS, u. a. m.

allezeit nach dem ersten Ansehen und nach der am wenigsten gegründeten Aehnlichkeit also schliesset: „Es „ haben alle Thiere ein Gehör, warum sollen die Fi„ sche nicht auch hören? die Fische fliehen eben so, „ wie die Vögel, wenn man ein Geräusch macht; sie „ müssen also wohl beyderseits dadurch erschrecket „ werden. „ Allein, der gemeine Mann weiß nicht, daß man keine Ohren bey denen Fischen finde, noch auch sonst etwas, das die Stelle derer selben vertreten könte; es ist ihm auch unbekannt, daß man das Wasser, welches ihr natürliches Element ist, so anzusehen pflege, als ob es gar keiner Schnellkraft fähig sey, und daß man bey dieser vorausgesetzten Meynung mit gutem Grunde glauben könne, es lasse auch dasselbe keinen Schall hindurch gehen. Wenn der Fisch fliehet, nachdem man ein Geräusch gemacht hat, so muß man recht gewiß versichert seyn, daß er gar keine Bewegung habe wahrnehmen können, die ihn zum fliehen beweget; und ich nehme es an mir selbst ab, daß solches von einem, der sich auf alle Weise vor dem Vorurtheil zu hüten suchet, sehr schwehr zu entscheiden sey.

Dem sey nun aber indeß wie ihm wolle, wenn der Fisch den aus der Luft herkommenden Schall nicht höret, so rühret die Hinderniß doch nicht von dem Wasser her, weil dieses denselben durchlässet; ich halte auch den Mangel solcher Ohren, die anderer Thiere ihren gleich sind, vor keine stärckere Ursache, welche schlechterdings die Taubheit desselben beweisen möchte: es könte ja wohl dieses Werckzeug bey denen Fischen gantz anders beschaffen seyn, als es bey denen andern Thieren ist, die in der Luft leben. Wo-

her

her weiß man, daß dieser Sinn oder Empfindung ihnen nicht eben so allgemein sey, wie uns das Gefühl ist? Es veranlasset mich zu solcher Muthmassung sonderlich dieses, daß als ich hell-klingende Cörper mit mir unter das Wasser genommen, das Geräusch oder der Schall, den ich daselbst mit denenselben erregte, mir den gantzen Leib durch eine gewisse sehr empfindliche Bewegung angegriffen habe, welches ohne Zweifel von der grossen Dichtheit derer Wasser-Theile herrühret.

Der Schall mag durch ein Mittelding gehen, durch welches er will, so wendet er eine Zeit dazu an, die mercklich ist, auch so gar wenn die Distantz ziemlich mittelmäßig ist: und hierinnen ist er sehr unterschieden von dem Licht, dessen Fortpflantzung in einem sehr kurtzen Augenblick durch sehr weite Entfernungen zu geschehen pflegt. Dieser Unterschied giebt ein bequehmes Mittel ab, dessen man sich auch in der That bedienet hat, die Geschwindigkeit des Schalles zu messen. Denn wenn man eine Canone, oder einen Böller abfeuren lässet, so kan man, ohne einen mercklichen Fehler zu begehen, den Blitz, den man gewahr wird, als das Zeichen des Anfangs von dem Knall ansehen, und vermittelst einer Secunden-Uhr, wird man die Zeit abzehlen können, die indeß verfließt, bis man denselben würcklich höret: und auf solche Weise wird die Zeit eben so, wie der Raum, bekannt werden, woraus sodenn die Geschwindigkeit wird zu bestimmen seyn.

Dieses Experiment, welches schon vor geraumer Zeit von der Academie *del Cimento*, wie auch von denen Herrn, FLAMSTEED, HALLEY, DERHAM, u. a. m. ist angestellet und wiederholet worden, hat Anlaß gegeben,

ben, daß man endlich die Geschwindigkeit des Schalles auf 180. Frantzöische Ruthen, in einer Secunde, gesetzet hat: es blieb aber noch einige Ungewißheit, in Ansehung derer Erfolge, zurück, theils weil sie nicht vollkommen mit einander übereinstimmeten, theils auch weil man allzugeringe Entfernungen dazu genommen hatte, Um nun eine solche Frage recht genau zu entscheiden, davon man so wol in der Geographie als auch zur Sicherheit der Schiffahrt einen guten Gebrauch möchte machen können, so würde denen Herrn de Tury, Maraldi, und dem Abt de la Caille, im Jahr 1738. von der Academie derer Wissenschaften *) aufgetragen, daß sie in dieser Absicht die nöthigen Experimente, mit der hierzu dienlichen Behutsamkeit, anstellen solten. Diese Mitglieder der Academie stelleten ihre Operationen in einer Linie von 14636. Ruthen an, deren beyde äusserste Ende der Thurm zu Montlhery, und die Pyramide zu Montmartre, waren, und hier sind nun die fürnehmsten Erfolge davon:

1) In Zeit von einer Secunde durchwandert der Schall, so wol Tags, als Nachts, bey hellen und regenhaften Wetter, 173. Frantzöische Ruthen. Die Bewegung des Lichts hat also Antheil an der Fortpflantzung des Schalles, und die mit denen Luft-Theilgen vermischte Dämpfe, unterbrechen die Bewegung der Vibration auch nicht.

2) Wenn ein Wind wehet, dessen Richtung des Schalles seiner perpendicular ist, so hat dieser eben die-

*) Siehe die Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1738. pag. 128.

dieselbe Geschwindigkeit, die er bey stillen Wetter haben würde.

3) Wenn aber der Wind in eben derselben Linie wehet, die der Schall durchwandert, so hält er denselben entweder auf, oder beschleuniget ihn, nach dem Unterschied seiner eigenen Geschwindigkeit; das ist, mit einem günstigen Wind durchwandert der Schall in einer Secunde 173. Ruthen, oder auch mehr, nach der Geschwindigkeit des Windes; und hingegen verhält es sich gantz anders, wenn der Wind demselben gerade entgegen streichet. Und eben hieraus lässet es sich erkennen, warum man, wenn der Wind seine Richtung und Geschwindigkeit verändert, von einem Orte her gewisse Glocken höret, die man zu einer andern Zeit nicht hören kan. Wenn man nun also die Geschwindigkeit des durch den Wind beschleunigten Schalles weiß, so wird man auch die eigene Geschwindigkeit des Windes schätzen können; denn wenn man von der beschleunigten Geschwindigkeit 173. Ruthen auf eine Secunde, für die Geschwindigkeit des Schalles, abziehet, so wird der Uberrest die Geschwindigkeit des Windes zeigen.

4) Die Geschwindigkeit des Schalles ist immer einerley, das ist, in gleichen Zeiten, und die man nach einander nimmt, durchwandert er allezeit gleiche Räume.

5) Die Intensität, oder die Gewalt des Schalles, verändert nichts an seiner Geschwindigkeit: denn obgleich ein stärckerer Schall sich weiter ausbreitet, als ein schwächerer, so durchwandert dieser dennoch eben so wol 173. Ruthen in einer Secunde, wie jener.

Alle diese Erkenntnisse, und die Versuche, wodurch man dieselben erlanget hat, geben uns geschwinde und bequeh-

bequehme Mittel an die Hand, den Umfang solcher Oerter abzumessen, wo die Geometrischen Operationen entweder nicht nöthig, oder auch nicht anzubringen sind, als die Breite derer Seen, oder derer Ströhme bey ihren Ausfluß. Denn weil die Zeit von einer Secunde so viel beträgt, als eine Entfernung von 173. Ruthen, nachdem man den Blitz von einer loßgeschossenen Canone, oder einem andern Geschütz, wahrgenommen, so kan man leichtlich wissen, wie viel Secunden verflossen sind, ehe man den Knall zu hören bekommt. Eben dieses Mittel kan auch bey sehr trüber Witterung denen Schiffen sehr wohl zu statten kommen, die in Gefahr stehen an denen Küsten zu scheitern; denn wenn man statt einer See-Leuchte, die in dergleichen Fall nicht sonderlich weit gesehen wird, von Zeit zu Zeit einige Böller oder Canonen abfeuren liesse, so würde dieses Licht, welches viel heller und durchdringender ist, denjenigen Ort ungleich besser andeuten, wo man anlanden könne, oder von dem man sich entfernen müste; und der darauf folgende Knall würde aufmercksamen Schiffleuten die Weite zwischen demselben zu erkennen geben.

Übrigens haben wir oben gesagt, es wären die Cörper allezeit um so viel hell-klingender, je mehr sie Dichtheit, und auch zu gleicher Zeit eine grössere Schnellkraft hätten; und eben so verhält es sich auch mit allen Mitteldingen, durch welche der Schall zu gehen pflegt; da uns nun die Luft unter allen solchen das gewöhnlichste ist, so werden wir uns daher bey derselben fürnemlich aufhalten.

Das fünfte Experiment.

Vorbereitung.

A B, *Fig. 1. Tab. XVII.* ist ein starckes Bret, worauf zwey Säulen, C D, errichtet sind, zwischen denen sich oben ein Queerstück, E F, befindet: dieses letztere ist mit zwey Schrauben befestiget, die dasselbe so weit herab treiben als es nöthig ist, um recht starck auf eine aus sehr dicken Glaß verfertigte Glocke zu drücken. Diese ruhet von einer Seite auf angefeuchteten Leder, und oben ist sie mit einem metallenen Teller befestiget, darunter sich auch ein angefeuchtetes Leder befindet, daß also der innere Umfang der Glocke, wenn sie in ihren Gestelle eingeschlossen ist, nur bloß vermittelst einer kleinen Röhre, daran man einen Hahn angebracht hat mit einer kleinen Hand Spritze, G, Gemeinschaft hat. Diese Spritze ist derjenigen vollkommen gleich, die wir oben beschrieben haben, als wir von dem durch die Zusammenpressung herfür zu bringenden Spring Brunnen gehandelt haben, das ist, sie hat am Ende unmittelbar vor dem Hahn, ein kleines Ventil, welches der Luft einen Ausgang aus der Spritze verstattet, hingegen aber verhindert, daß sie aus der Glocke nicht in dieselbe eindringen kan, wenn

man

man den Stempel in die Höhe ziehet. Wenn nun also der Hahn geöfnet ist, so kan man die Luft unter der Glocke, um ein kleines ‚metallenes darinnen befindliches Glöcklein herum verdicken, welches dergestalt aufgehänget ist, daß man es läuten kan, wenn das Gestelle nur ein wenig hin und her beweget wird.

Weil aber die starck zusammen gepressete Luft eine grosse Gewalt zu äussern pflegt, so handelt man sehr weißlich, wenn man die Vorsichtigkeit braucht, und die Glocke mit einem Gitter von starcken Eisen-Drat überziehet, damit, wenn sie allenfalls zerspringen solte, die Stücke sodenn keinen Schaden thun können.

Wenn man die Luft in bekannten Verhältnissen verdicken will, so muß man einen kleinen umgekehrten gläsernen Heber unter die Glocke mit einschliessen, dessen längerer Arm oben zugeschmoltzen ist, und worinnen sich, in der Gegend wo er gebogen ist, ein wenig Queckſilber, oder ein gefärbter Liquor befindet. (Siehe die 2te Figur *Tab. XVII.*) Denn nach dem Maaß, wie die Luft sich nach und nach zusammen presset, mithin also zugleich den kürtzern Arm des Hebers drücket, der oben offen ist, so wird sie zugleich den Liquor zwingen, daß er in dem andern Arm

empor steigen muß, zugleich auch die in a b befindliche Luft eben so starck verdicken, als sie es selbst seyn wird. Wenn demnach diese kleine Luft-Säule in einen um ein Drittheil oder um die Helfte kleinern Raum wird eingeschräncket seyn, als sie vorher eingenommen hat, (welches man von denen auf das Täfelgen gezeichneten Graden ersehen wird,) so kan man daraus schliessen, daß die unter der Glocke befindliche Luft um $\frac{1}{3}$, oder auch noch einmal so starck als vorher, verdicket sey.

Würckungen.

Wenn die Luft unter der Glocke ist verdicket worden, so ist der Klang, den das metallene Glöckgen von sich giebt, mercklich stärcker, als er sonst pflegt zu seyn, wenn sich die Luft in ihren natürlichen Zustande befindet; denn man höret sie alsdenn viel weiter.

Erklärungen.

Weil der Schall, nach seiner wesentlichen Beschaffenheit, in denen Schwingungen aller Theile bestehet, woraus der hell-klingende Cörper zusammen gesetzt ist, so muß er nothwendig an demjenigen Ort stärcker seyn, wo sich mehr klingende Theile, und eine wircksamere Schnellkraft befinden. Nun kommen aber diese beyden Stücke zusammen, wenn die Luft mehr verdicket ist; ihre Theile sind mehr zusammen gepresset, es befindet sich eine grössere Anzahl derer selben in einem gewissen

Raum,

Raum, und die Schnellkraft eines jeglichen von diesen Theilen ist mehr gespannet, daher muß die Luft in diesem Zustande nothwendig mehr klingend seyn, als wenn sie stärcker verdünnet ist.

HAUCKSBEE, der Urheber von diesem Experiment *), hat sich daran nicht begnügen lassen, daß er überhaupt entdecket, es werde der Schall viel stärcker, wenn man die Dichtheit und die Schnellkraft der Luft vermehret, sondern er hat auch seine Untersuchungen bis auf die Verhältnisse ihres Wachsthums erstrecket. Bevor er also die Luft verdicket, hat er die Distantz bemercket, in welcher man den Klang von dem unter der Glocke eingeschlossenen metallenen kleinen Glöcklein nicht mehr gehöret; nachdem er hierauf dieselbe noch einmal so starck verdicket, als sie in ihren gewöhnlichen Zustand ist, so befand er, daß sich auch der Schall noch einmal so weit ausbreitete, und als er die Dichtheit der Luft dreyfach vermehret hatte, so befand er daß man auch den Schall dreymal weiter hörete, u. s. f.

Was ist nun wohl aus diesen Würckungen zu schliessen? Vermehret sich denn der Schall, in einem gleichen Verhältniß mit der Dichtheit der Luft? Nein, keineswegs, das Verhältniß ist weit grösser; denn wenn man das Glöckgen in einer zweymal so grossen Entfernung höret, so muß eben dieser Schall in einer halb so grossen Entfernung viermal so starck seyn, und dieses aus folgender Ursache.

Der hell-klingende Cörper pflegt seine Schwingungen von allen Seiten der Luft, die ihn umgiebt, mitzu-

*) In denen Philosophischen Transactionen, Num. 321.

theilen: seine Würckung wird auch durch gewisse Strahlen dieses flüßigen Wesens fortgepflantzet, die im Fortgehen sich immer weiter von einander entfernen, wie die Strahlen bey einem runden Cörper, und das Ohr, welches nachgehends höret, giebt die Grundfläche von einem aus Luft bestehenden Kegel ab, welche Luft durch vorgedachten an der Spitze desselben befindlichen hell-klingenden Cörper ist erreget worden. Siehe die 3te Figur *Tab. XVII.*

Nun ist es allen denenjenigen, welche einige Erkenntniß von der Mathematic haben, genugsam bekannt, daß ein Circkel, der doppelt so groß ist, als ein anderer, in seinem Umkreiß einen Raum einschliesse, der einen viermal so grossen Umfang hat, und, um dieses Verhältniß auf eine allgemeine Art auszudrücken, die Circkel verhalten sich gegen einander, wie die Quadrate ihrer Durchmesser; also hat der Kegel a b c eine Grundfläche von einem viermal grössern Umfang, als a d c, welcher nur halb so lang ist; denn d e, als der Durchmesser von diesen letztern, ist nur die Helfte von b c, als dem Durchmesser des andern Kegels, mithin, wenn die Oefnung des Ohres, von der man voraus setzet, daß sie Circkelrund sey, von gleichen Durchmesser mit d e ist, so wird dieselbe, wenn sie sich in der ersten Entfernung befindet, viermal mehr klingende Strahlen aufnehmen, als sie in der zweyten Entfernung erhält.

Aus eben diesem Grund würde diese jetzt-gedachte Oefnung in der dritten Entfernung 9. mal wenigere, und in der vierdten 16. mal wenigere Strahlen erhalten; und weil 16. das Quadrat ist von 4; 9. das Quadrat von 3. und 4. das Quadrat von 2. so kan man überhaupt sagen, es nehme der Schall so ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt. Weil

Weil man aber den Schall zweymal weiter höret, als vorher, wenn man die Dichtheit und die Schnellkraft der Luft zugleich mit einander verdoppelt hat, und dann bey einer dreymal dichtern, und einer dreymal mehr elastischen Luft, man ihn in einer dreymal so weiten Entfernung vernimmt: so muß, nach dem eben ietzo von mir erklärten Grundsatz, die Intensität des Schalles sich verhalten, entweder wie das Quadrat der Dichtheit, oder wie das Quadrat der Elasticität der Luft, oder auch wie das Product, so man erhält, wenn das eine mit dem andern multipliciret wird. Der Herr ZANOTTI, welcher begierig war zu wissen, welches von diesen dreyen Gesetzen eigentlich das Gesetz der Natur sey, hat sich endlich vor das dritte erkläret, nachdem er verschiedene eben so sinnreiche, als behutsam eingerichtete Experimente gemacht, deren umständliche Beschreibung man in seinen Schriften, oder auch in denen daraus gemachten Auszügen *), nachsehen kan.

Anwendungen.

Aus diesen auf der Erfahrung und Vernunft beruhenden Grundsätzen folget nunmehro, daß die hellklingenden Cörper bey kalten Wetter stärcker müssen gehöret werden, als wenn es sehr heiß ist, weil alsdenn die Luft mehr verdicket ist, und mehr Schnellkraft hat: es ist aber diese Vermehrung der Dichtheit dem Ansehen nach nicht beträchtlich genung, um eine deutliche Würckung in Ansehung des Schalles

*) In denen Commentariis de Benonienſi Scientiar. & artium Inſtituto, pag. 176.

zu zeigen; oder weil diese Veränderungen Stufenweise und langsam erfolgen, so lässet sich auch wol dasjenige, was hieraus, in Ansehung der Vermehrung oder Verminderung derer Schalle, erfolget, nicht einmal bemercken.

Die Würckung derer Sprach-Röhren ist jedermann bekannt: der Ritter Morland, und diejenigen, welche sich nebst ihm befleissiget, dieses Instrument zu einer grössern Vollkommenheit zu bringen, scheinen ihre Absicht nur lediglich auf die Direction derer klingenden Strahlen gerichtet, und dieser Ursache allein die Vermehrung des Schalles zugeschrieben zu haben: daher verlanget der Herr Prof. Hase, daß solches aus 2. Stücken solle zusammen gesetzt werden, deren eines elliptisch, und das andere paraboliſch wäre, *(Fig. 4. Tab. XVII.)* und daß in *b* einen gemeinschaftlichen focum haben sollen, damit, wie Er sagt, die Strahlen, wenn sie aus dem Mundstück *a*, als dem ersten foco des elliptischen Theils, herausgegangen, und von allen Puncten, *c*, *d*, *e*, *f*, u.s.w. zurückgeprellet, sich sodenn in dem foco *b*, der dem paraboltschen Stück zugleich gemein ist, creutzweiß durchschneiden möchten, um nachhero denen Puncten *h*, *i*, *k*, *l*, u. s w. parallel wieder zurück zu prallen.

Man kan in der That nicht läugnen, daß diese Gestalt, oder was sonst für eine noch nützlicher seyn möchte, nicht solte vieles zur Vermehrung des Schalles in der Richtung *a z*, oder nach der Achse des Instruments, mit beytragen, weil sich durch dieses Mittel eben so viel Bewegung in der Luft-Säule *i l m n* befinden muß, als sonst in einer völligen halben Kugel möchte vorhanden seyn, deren Mittelpunct der

Mund

Mund eines Menschen einnehmen würde, der ohne Sprach-Rohr redete. Soll man sich aber mit dieser Ursache begnügen, wenn die Frage entstehet, warum der Schall auch noch auf der Seite des Instruments, und hinter demselben, so sehr vermehret zu seyn scheinet? Weil das Zurückprallen des Schalles sich nach eben denen Gesetzen richtet, nach welchen das Zurückprallen des Lichts geschiehet, so wollen wir uns einbilden, es sey das Sprach-Rohr des Herrn Prof. Hase inwendig so glatt, als ein Spiegel, poliret, und wollen sodenn in *a* einen strahlenden Punct, als ein angezündetes Wachs-Licht, stellen; was soll nun hieraus erfolgen? das Licht wird condensiret seyn, und es ohnfehlbar in *m n* viel heller machen, als es sonst, ohne Beyhülfe des Instruments, daselbst seyn würde; hingegen werden alle andere ausser und um diesen Umfang befindliche Plätze, an statt daß sie solten mehr erleuchtet seyn, sich in einer grossen Dunckelheit befinden. Ist denn also wohl, zu Folge der Gestalt des Sprach-Rohrs, noch etwas anderes, ausser einer zurückprallenden Bewegung, in Ansehung des Schalles vorhanden? Ja, allerdings, und man kan überhaupt sagen, es vermehre sich der Schall allezeit, so oft der hell-klingende Cörper seine Bewegung einer Luft mittheilet, die von etwas unterstützet wird; die Stimme ist in denen Strassen einer Stadt besser zu hören, als im freyen Felde, und noch besser in einem verschlossenen Zimmer, als auf der Strasse, und solches darum, weil die Theilgen der Luft, welche viel stärcker daselbst sind zusammengedrücket worden, grössere Schwingungen machen, und dann auch weil die Luft, wie eine jegliche andere elastische Feder, sich

destomehr zusammenpressen lässet, je weniger sie sich unter der Zeit von ihrer Stelle verrücket, da die zusammenpressende Kraft gegen sie würcket.

Diese durch die Unbeweglichkeit der Luft herfürgebrachte Vermehrung des Schalles, ist aber noch ungleich mercklicher, wenn ein harter Cörper die Theile dieses flüssigen Wesens unterstützet und zurück hält. Ein Redner ist viel besser zu verstehen, wenn er nicht allzuviel Zuhörer hat, und wenn der Ort, wo er redet, nicht mit vielen Geräthe versehen, oder mit Tapeten bekleidet ist; denn in solchem Fall wird der Schall, an statt daß er sich schwächen solte, wie er sonst zu thun pflegt, wenn er an weiche Cörper anschlägt, die keine Reaction haben, wiederum gegen ihn selbst zurückgehen, oder an einer andern Seite anschlagen, nach der Art wie er zurückgeprallet ist. Hieraus siehet man, warum der Schall von dem Donner, wie auch einem Canonen- oder Flinten-Schuß, sich in denen Thälern, und zulängst an denen Flüssen hin viel weiter ausbreite, als auf dem ebenen Lande; und warum in denen Wasserleitungen und andern unterirrdischen Gewölbern, die schwächste Stimme gantz deutlich von einem Ende bis zum andern gehöret werde. Es rühret auch noch dieses von einer unbeweglichen Luft her, (die auch ausser dem starck zusammengepresset, und von sehr harten Wänden unterstützet ist,) daß ein unter der Taucher-Glocke in dem Wasser befindlicher Mann vor Erstaunen über den Schall einer kleinen Trompete, oder Post-Horns, darein er zu blasen versuchte, ohnmächtig werden wolte *). Aus eben diesem Grundsatz muß

*) Siehe STURMII Colleg. Curios. Tom. II. Tentam. I.

muß man dasjenige erklähren, was curieuse Personen in solchen Gebäuden bewundern, wo die schwächste Stimme aus einem Winckel nur in dem andern kan verstanden werden, ohne daß die Umstehenden, so sich sonst überall herumbefinden, ein eintziges Wort von allen, was geredet wird, verstehen können; denn dergleichen Winckel sind gemeiniglich bis an das Gewölbe fortgeführet, und enthalten eine Portion von Luft, die sich nicht von ihrer Stelle verrücket, und in welcher der Schall stärcker wird, und sich auch also erhält; die Gestalt aber des Gewölbes giebt zu solchen zurückprallen Gelegenheit, wie es eben erfordert wird, um den Schall bis in den andern Winckel hindurchzuführen.

Wenn auch endlich diejenige Masse von Luft, welche den Schall aufnimmt, sich zwischen solchen Wänden befindet, die nicht allein hart und feste, sondern auch zugleich dünne und elastisch sind, so verbindet sich mit der ersten Würckung, davon ich bisher gehandelt, noch eine andere; es vermehret sich nemlich nicht allein der Schall innerhalb einem solchen Ort, weil die daselbst befindliche Luft einen dichten Grund hat, darauf sie sich stützet, sondern es begiebt sich auch eben dieser vermehrte Ton in die äussere Luft, weil er an einen elastischen Cörper anstößt, und denselben in Bewegung setzt. Statt eines Beweises hiervon darf man nur eines von denen Trommel-Fellen zersprengen, oder auch nur nachlassen, daß es schlaff werde, so wird man, wenn auf das andere geschlagen wird, keinen so starcken Schall, als vorher, zu hören bekommen. Woher kommt nun dieser Unterschied? lediglich daher, weil die in der Trommel befindliche

Luft

Luft untenher keine Stütze mehr hat, da hingegen dieselbe, wenn sie sich gegen ein fest-gespannetes Fell stützet, mehrere Bewegung dadurch erhält, weil dieses mehr Widerstand thut; und so theilet sie auch diese Bewegung der äussern Luft mit, weil sie auf einen elastischen Cörper ruhet.

Man siehet inzwischen gar wohl, warum der Schall nicht allein in der Richtung des Sprach-Rohrs, sondern auch in allen um dasselbe befindlichen Orten, vermehret werde; denn dieses Instrument ist bekannter massen aus sehr dünnen metallenen Tafeln verfertiget, die folglich sehr geschickt sind den Schall nach aussen zu hindurch zulassen, der innwendig sehr starck vermehret wird, weil die Masse von Luft, welche durch die Stimme angestossen wird, zwischen sehr harten Wänden eingeschlossen ist.

Dasjenige, was ich von dem Sprach-Rohr sage, kan auch von allen andern Instrumenten verstanden werden, ja so gar von denenjenigen, die mit Saiten bezogen sind. Denn warum muß z. E. ein Clavecymbel, oder eine Baßgeige, aus einem Kasten von dünnen und elastischen Holtz bestehen? bloß darum, weil sich sonst der Schall derer Saiten in eine hin und her bewegte und durch nichts unterstützte Luft ausbreiten würde, welche ihren Stoß gleichsam ausweichen möchte; da sie hingegen bey solcher Einrichtung in eine Masse würcken, die gleichsam gezwungen ist eine stärckere Bewegung von ihnen anzunehmen, und dieselbe hernach, vermittelst der Reaction des Holtzes, wieder herauslässet.

Der Schall pflegt eben so, wie eine jegliche andere Bewegung, seine Richtung zu verändern, wenn er

solche Hindernisse vor sich findet, die ihn nicht selbst in sich ziehen; und alsdenn richtet er sich nach dem allgemeinen Gesetz *), es wird nemlich sein Reflections-Winckel alsdenn seinem Herabfalls-Winckel gleich.

Der zurückprallende Schall, den man gemeiniglich das Echo nennet, unterscheidet sich gar nicht von dem gerade fortgehenden Schall, das ist, von demjenigen, der unmittelbar aus dem klingenden Cörper kommt, wenn die Zurückprallung gantz in der Nähe geschiehet; sie vermischen sich alsdenn gemeiniglich miteinander. Wenn aber eine hinlängliche Entfernung vorhanden ist, so kommt der durch die Zurückprallung entstehende Schall langsamer an das Ohr, und wiederholet den ersten Eindruck daselbst etwas später, weil er einen weitern Weg zurück legen muß, als derjenige, der gerade dahin gelanget. Wir wollen uns z. E. vorstellen, es rede eine Person recht laut gegen den Felsen O, der 173. Ruthen weit entfernet ist, *(Fig. 5. Tab. XVII.)* so wird sie sich den Augenblick reden hören; allein der Schall, welcher in O wird anschlagen sollen, und der durch das Zurückprallen wieder zu ihr gelangen muß, wird eine Zeit von 2. Secunden hierzu anwenden, weil er die 173. Ruthen zweymal durchwandern muß. Weil auch ferner der Schall, der weiter fortgehet, mehr Zeit zum hin- und hergehen braucht, wenn sich in P und Q Hindernisse finden, welche die klingenden Strahlen gegen eben denselben Ort zurückstossen, so wird man daselbst nach und nach 2. 3 oder 4. Wiederschalle hören. Aus eben dieser Ursache geschiehet es auch, daß, wenn

man

*) Siehe den ersten Theil dieser Vorlesungen, pag. 318.

man sich in *r* gestellet hat *(Fig. 3. Tab. XVII.)* man gleich anfänglich den Schall der Glocke *a* durch den Strahl *a r* höret, und nachhero auch den Wiederschall von eben dieser Glocke durch die Strahlen *a s* und *s r*.

Im freyen Felde findet man kein Echo, desto gewöhnlicher aber in denen Wäldern zwischen denen Felsen, und in bergigten Gegenden, weil der Schall daselbst gar öfters Hindernisse findet, die da veranlassen, daß er zurückprallet: man hat einige solche Wiederschalle wahrgenommen, die sehr vielmal wiederholen, wie der zu Woodstock, welcher gantz deutlich am Tage 17. Sylben, und des Nachts 20. wiederholet *); zu gleicher Zeit aber hat man auch beobachtet, daß die letztere Wiederholungen allemal schwächer sind, als die erstern, welches eine unumgängliche Folge ist: denn die Schalle so zuletzt kommen, haben einen weitern Weg zurückgelegt, als die andern, und der Schall ist eine Bewegung, die sich wie das Quadrat der zunehmenden Entfernung vermindert, sofern nur die Hinderniß, welche verursachet, daß die klingenden Strahlen zurückprallen, nicht von einer solchen Gestalt ist, die ihre Ausbreitung zu mindern vermag.

Die Wiederschalle werden bisweilen zu gantz sonderbaren Erscheinungen, und zwar wegen derer seltsamen Umstände, wodurch sie herfür gebracht werden. Es befinden sich 3. Meilen von *Verdun* zwey grosse Thürme, die 36. Ruthen von einander entfernet sind: wenn man in der Linie, welche zwischen diesen zwey Gebäuden ist, etwas laut redet, so werden die Wor-

*) ROB. PLOT Histoire naturelle de la Province d' Oxfort en Angleterre.

Worte 12. bis 13 mal, aber immer schwächer, wiederholet: die beyden Thürme schicken einander wechselsweiß den Schall wieder zurücke, wie zwey Spiegel, die gegen einander gestellet sind, das Bild eines zwischen ihnen gesetzten Lichts vervielfältigen *). Man findet noch eine Beschreibung von einem viel seltenern Wiederschall, in denen Abhandlungen der Academie, so vor dem Jahr 1700. sind gedruckt worden **). Die Ursache von allen diesen Würckungen ist auch leicht zu finden, wenn man mit einiger Aufmercksamkeit die Beschaffenheit und Stellung derer Oerter, oder auch die Gestalt alles dessen, was über den Erdboden erhaben ist, betrachtet.

Von dem Gehör, und seinem Werckzeuge.

In dem ersten Theil dieses Wercks habe ich eine Ausschweifung, in Ansehung derer Sinnen, gemacht, darinnen ich nur bloß von dem Gefühl, dem Geschmack und Geruch gehandelt: man hat so gleich aus dem, was ich davon gesagt, erkennen müssen, daß diese 3. erstern Sinne, uns nur bloß mit denenjenigen Objecten eine Gemeinschaft verschaffen, die unmittelbar gegen uns würcken. Aber, wie würde es um uns aussehen, wenn nichts empfindlich wäre, als bloß durch unmittelbare Würckungen; wenn wir ein wildes, oder giftiges Thier nur nach seinem Biß entdeckten, einen Stein, der uns in Lebens-Gefahr bringt, nicht eher gewahr würden, als wenn er anfängt uns zu zerschmet-

*) In der Historie der Academie derer Wissenschaften vom Jahr 1710. pag. 18.

**) In dem X. Theil, pag. 187.

tern? Was für eine Vorstellung würde man sich wohl von der Welt machen, wenn alle Menschen denenjenigen unvollkommenen Creaturen gleich wären, welche eine angebohrne Taub- oder Blindheit ausser dem Stand setzet, an dem grössesten Theil derer allgemeinen Ideen Antheil zu nehmen *), und die noch weit unglücklicher seyn würden, woferne wir nicht, da die Natur ungleich gütiger mit uns verfahren, zugleich vermögend wären, ihnen die Härte ihres Schicksals ein wenig zu lindern. Durch Beyhülfe des Gehörs und des Gesichts gehen wir, so zu reden, aus uns selbst heraus, wir gehen denen Objecten entgegen; wir beurtheilen sie von ferne, und nach dem Bericht dieser beyden Sinne veranlasset das Verlangen, oder die Furcht, daß wir uns derer nöthigen Mittel und Fürsorge zur Beförderung und Erhaltung unseres Wohlstandes zu bedienen suchen.

Man wird schwerlich sagen können, welcher von denen beyden Sinnen, das Gesicht, oder das Gehör, uns am nöthigsten sey. Man versuchet insgemein davon zu urtheilen, wenn man sich die Beraubung des einen, oder des andern fürstellet; zum öftern aber ist diese Vergleichung nicht recht accurat, und verleitet uns zu einem falschen Urtheil, weil man die Umstände nicht von beyden Seiten recht mit einander vergleichet. Es ist ein grosser Unterschied zu machen, zwischen einem blind- oder taub-gebohrnen, und demjenigen, der bis zu einem gewissen Alter gesehen oder gehöret hat, und durch einen beson-

*) Siehe die Geschichte von einem Taub- und Stumm-Gebohrnen, der im 24sten Jahr seines Alters angefangen zu reden und zu hören, in der Historie der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1703. pag. 18.

besondern Zufall eines von diesen beyden Sinnen ist beraubet worden. Ich habe das Betrübniß eines Menschen noch nicht hinlänglich überlegen können, der da weiß, daß man sehen könne, und doch selbst immer blind gewesen ist, um solches mit dem Betrübniß eines andern zu vergleichen, der da weiß, daß man hören könne, und doch selbst allezeit taub gewesen ist: es ist mir auch unbekannt, worinnen eigentlich ihr Kummer bestehe, und auf welcher Seite derselbe am grössesten sey; weil ich aber gleichwol vorjetzo vollkommen weiß, wie schwehr es sey, bey einem solchen Menschen Vorstellungen zuwege zu bringen, der nichts hören kan, und wie derjenige aller göttlichen und menschlichen Erkenntniß völlig beraubet sey, der gar keine Auferziehung gehabt, so würde ich daher eher zufrieden seyn, wenn ich blind, als taub gebohren wäre. Hingegen würde ich einen gantz andern Schluß fassen, wenn ich, da mit einmal die Schrift, und die andern bey der Gesellschaft gewöhnlichen Zeichen, so bekant sind, zwischen dem Gehör und dem Gesicht eine Wahl treffen müste, denn in solchen Fall würde mir der Verlust der letztern von diesen beyden Wohlthaten ohnfehlbar näher gehen.

Inzwischen, wendet man nun ein, ist doch gleichwol ein tauber Mensch, wenn sonst alles andere sich überein befindet, allezeit betrübter, als ein blinder.

Wenn man unter der Betrübniß eine solche Lebensart verstehet, die von allen Umgang entfernet ist, so hat man gantz recht, weil ein Tauber keinen Antheil daran nimmt: ist er aber wohl deßwegen mehr beunruhiget, als ein Blinder, in dessen Gegenwart man über der Schönheit eines Zeuges streitet? ich zweifle

billig daran, sofern er sich nur nicht einbildet, daß man von ihm, oder von seinen Angelegenheiten rede; und alsdenn kommt er nicht mehr schlechterdings einen solchen Blinden gleich, von dem man deßwegen über der Schönheit eines Zeuges streitet, daß er solchen Streit beylege, sondern nur einen Blinden, dem daran gelegen ist zu wissen, ob dieser Zeug schön oder garstig sey: und also sind, meiner Meynung nach, beyder ihre Betrübnisse überein, wenn das Interesse von beyden Seiten gleich ist, jedoch glaube ich, es habe der Blinde mehr Gelegenheiten sich zu betrüben, weil man den Mangel des Gesichts weder so leicht, noch so vollkommen auf einige andere Weise wieder ersetzen kan, als es bey dem Gehör angehet. Man hat Leute gefunden, welche, nachdem sie in einem gewissen Alter taub worden, sich endlich angewöhnet haben, daß sie bloß aus der Bewegung der Lippen alles verstanden, was man ihnen gesagt, auch sogar auf solche Weise mit andern Tauben haben umgehen können *).

Warum will man aber im übrigen untersuchen, welche unter zweyen Wohlthaten, die vielleicht gleichen Nutzen haben, die wichtigste sey? es scheinet, als ob die Natur bereits dergleichen Ausspruch gethan habe, weil dieselbe, da sie niemals etwas überflüssiges macht, es gleichwol vor dienlich erachtet hat, uns zwey Ohren beyzulegen, gleich wie sie uns zwey Augen gegeben hat.

Das Ohr hat zum Object das Geräusch und den Schall,

*) In denen Memoires de Frevoux, M. Septembr. 1701. pag. 9. ingleichen in denen Philosophischen Transactionen, Num. 312.

Schall, davon wir im vorhergehenden gehandelt haben: der Unterschied, so sich zwischen diesen beyden findet, bestehet darinnen, daß das erstere eine unordentliche gelinde Bewegung, oder vielleicht eine Zusammenfügung verschiedener Tone ist, die mit einander einen undeutlichen Eindruck in das Werckzeug machen; da hingegen der eigentlich sogenannte Schall in ordentlichen und gleich-gearteten Schwingungen bestehet, die sich viel deutlicher empfinden lassen; vielleicht äussern sich auch die Schalle nur gegen einen gewissen Theil des Werckzeugs, und das Geräusch erschüttert sie allesammt zu gleicher Zeit.

Das Ohr ist das Werckzeug des Gehörs: durch diesen Theil, der sich äusserlich in Gestalt eines Trichters an beyden Seiten des Haupts zeiget, gehet der Schall hinein, um die nervenhaften Fäsergen zu berühren, wo die Empfindung vollendet wird. Ich will keine vollständige anatomische Beschreibung dieses Werckzeugs unternehmen, indem es denen Aertzten zukommt, sich in dergleichen Weitläuftigkeit einzulassen, die vielleicht hier ausgemustert werden möchte: der geneigte Leser, so etwa anderer Meynung seyn dürfte, wird mir erlauben, daß ich ihn auf diejenigen Schriften verweise, die ausdrücklich von dieser Materie sind aufgesetzet worden, und besonders auf des Herrn *le* CAT seine *), welcher die Zeichnungen derer grössesten Meister mit seinen eigenen Beobachtungen verglichen hat. Ich werde mich also mit einer kurtzen Benennung derer fürnehmsten Theile begnü-

*) Traité des Sens, pag. 275. It. Traité de l'Oreille, par Mr. du VERNEY.

billig daran, sofern er sich nur nicht einbildet, daß man von ihm, oder von seinen Angelegenheiten rede; und alsdenn kommt er nicht mehr schlechterdings einen solchen Blinden gleich, von dem man deßwegen über der Schönheit eines Zeuges streitet, daß er solchen Streit beylege, sondern nur einen Blinden, dem daran gelegen ist zu wissen, ob dieser Zeug schön oder garstig sey: und also sind, meiner Meynung nach, beyder ihre Betrübnisse überein, wenn das Interesse von beyden Seiten gleich ist, jedoch glaube ich, es habe der Blinde mehr Gelegenheiten sich zu betrüben, weil man den Mangel des Gesichts weder so leicht, noch so vollkommen auf einige andere Weise wieder ersetzen kan, als es bey dem Gehör angehet. Man hat Leute gefunden, welche, nachdem sie in einem gewissen Alter taub worden, sich endlich angewöhnet haben, daß sie bloß aus der Bewegung der Lippen alles verstanden, was man ihnen gesagt, auch sogar auf solche Weise mit andern Tauben haben umgehen können *).

Warum will man aber im übrigen untersuchen, welche unter zweyen Wohlthaten, die vielleicht gleichen Nutzen haben, die wichtigste sey? es scheinet, als ob die Natur bereits dergleichen Ausspruch gethan habe, weil dieselbe, da sie niemals etwas überflüssiges macht, es gleichwol vor dienlich erachtet hat, uns zwey Ohren beyzulegen, gleich wie sie uns zwey Augen gegeben hat.

Das Ohr hat zum Object das Geräusch und den Schall,

*) In denen Memoires de Frevoux, M. Septembr. 1701. pag. 9. ingleichen in denen Philosophischen Transactionen, Num. 312.

Schall, davon wir im vorhergehenden gehandelt haben: der Unterschied, so sich zwischen diesen beyden findet, bestehet darinnen, daß das erstere eine unordentliche gelinde Bewegung, oder vielleicht eine Zusammenfügung verschiedener Tone ist, die mit einander einen undeutlichen Eindruck in das Werckzeug machen; da hingegen der eigentlich sogenannte Schall in ordentlichen und gleich-gearteten Schwingungen bestehet, die sich viel deutlicher empfinden lassen; vielleicht äussern sich auch die Schalle nur gegen einen gewissen Theil des Werckzeugs, und das Geräusch erschüttert sie allesammt zu gleicher Zeit.

Das Ohr ist das Werckzeug des Gehörs: durch diesen Theil, der sich äusserlich in Gestalt eines Trichters an beyden Seiten des Haupts zeiget, gehet der Schall hinein, um die nervenhaften Fäsergen zu berühren, wo die Empfindung vollendet wird. Ich will keine vollständige anatomische Beschreibung dieses Werckzeugs unternehmen, indem es denen Aertzten zukommt, sich in dergleichen Weitläuftigkeit einzulassen, die vielleicht hier ausgemustert werden möchte: der geneigte Leser, so etwa anderer Meynung seyn dürfte, wird mir erlauben, daß ich ihn auf diejenigen Schriften verweise, die ausdrücklich von dieser Materie sind aufgesetzet worden, und besonders auf des Herrn *le* CAT seine *), welcher die Zeichnungen derer grössesten Meister mit seinen eigenen Beobachtungen verglichen hat. Ich werde mich also mit einer kurtzen Benennung derer fürnehmsten Theile begnü-

*) Traité des Sens, pag. 275. It. Traité de l'Oreille, par Mr. du VERNEY.

gen, deren sich die Natur zur Empfindung derer Schalle bedienet, und solche durch Figuren anzeigen, die nach der Anleitung derer besten Zergliederer gestochen sind: denn meine Absicht gehet nicht weiter, als nur zu zeigen, durch was für einen künstlichen Zusammenhang derer Theile wir die Schalle hören.

A B, *Fig. 1. Tab. XVIII.* stellet den äusserlichen Theil des Ohres vor, dessen Grund, so sich gegen C befindet, die Ohr-Muschel (concha) genennet wird. C D ist der Gehör-Gang, wie er von aussen anzusehen; es ist solches ein Canal, der von der Schnecke anfängt, und sich bey dem Trommel-Häutg n E, endiget. Dieses zarte Häutgen, welches sich schräge darstellet, ist nicht völlig eben, sondern auf der Seite gegen den Gehör-Gang ein wenig eingebogen. Unmittelbar hierauf, nach dem innern Ohre zu, folgen 4. kleine Beinlein, welche man wegen ihrer Gestalt, 1) das rundliche oder Tellerförmige (os orbiculare), 2) den Steigbiegel, 3) den Ambos, und 4) den Hammer, nennet: ein Theil von diesen, den man den Stiel genennet hat, erstrecket sich bis an den Mittelpunct des Trommel-Häutgens, und dienet hauptsächlich dazu, um dasselbe mehr oder weniger zu spannen. Die erstere Höle, so sich gleich unter diesem Häutlein befindet, wird die Trommel-Höl genennet; diese ist mit Luft angefüllet, und hat Gemeinschaft mit dem Munde, vermittelst eines Canals F f, den man den Gang des EUSTACHIUS nennet, daß also die in der Trommel-Höle eingeschlossene Luft, indem sie allezeit mit der äussern Gemeinschaft hat, derjenigen das Gleichgewicht hält, die den Gehör-Gang anfüllet. Auf die Höle der Trommel folget ein anderer Theil

des

des inneren Ohres, den man den Irrgang (labyrinthus) nennet, welcher aus dem Vorhof (vestibulum) G, denen drey halb-circkelrunden Gängen, H, I, K, und der Schnecke L, zusammen gesetzt ist, die ich sogleich besonders beschreiben will.

Die Schnecke ist ein in etwas breitgedruckter Kegel, *Fig. 2. Tab. XVIII.* der mit einem Gang umgeben ist, welcher nach Art einer Schraube, bey nahe zwey und eine halbe Wendung um gedachten Kegel macht. Siehe die 3te Figur *Tab. XVIII.*

Dieser Gang, welcher im Fortgehen immer enger wird, ist nach seiner gantzen Länge durch eine häutige Scheidewand unterschieden, deren Fäsergen nach der Achse des Kegels zulaufen, welche die Stelle des Kerns, oder der mittlern Säule vertritt. Siehe die 4te Figur *Tab. XVIII.* Dieses ist derjenige Theil, den man das gewundene Plättgen nennet, und der im fortgehen immer enger wird, gleichwie auch der Gang, den er, von der Grundfläche des Kegels, bis an die Spitze unterscheidet. Solchemnach werden die Fäsergen, welche seine Weite ausmachen, je näher sie gegen die Spitze des Kegels kommen, immer kürtzer.

Der also durch die jetzt-beschriebene Scheidewand in zwey Theile unterschiedene Schneckenförmige Gang, muß nothwendig zwey Oefnungen haben, M und N, davon die eine in den Vorhof des Irrgangs, die andere aber in die Höle der Trommel gehet.

Endlich zertheilet sich der Gehör-Nerve O in verschiedene Zweige, die in dem Vorhof gehen, und sich daselbst von neuen in eine unzehlige Menge kleiner Fäsergen wieder zertheilen, die sich sodenn durch alle Theile des Irrgangs ausbreiten. Dieses ist ohnge-

lehr die Structur des Ohres; nun wollen wir auch seine Verrichtungen sehen.

Weil die Ohr-Muschel (concha) bey nahe in Gestalt eines Trichters ausgebreitet ist, nimmt die klingenden Strahlen in grösserer Menge auf, und ihre Thätigkeit äussert sich, durch den Gehör-Gang, bis an das Trommel-Häutgen, wo der erste Eindruck geschiehet. Wenn dieses Häutgen schlaff ist, so verliehren sich die schwachen Töne daselbst, und gehen nicht weiter; oder wenn sie auch weiter gehen, so ist ihr Eindruck so wenig empfindlich, daß die Seele gar nicht darauf mercket. Hieraus erhellet, warum zu solchen Zeiten, wenn wir anderwärts sehr beschäftiget sind, ein kleines Geräusch, oder mittelmässige Schelle, um uns herum entstehen können, die wir nicht vernehmen. Wenn aber das Trommel-Häutgen recht gespannet ist, (und dieses geschiehet, wenn man höret,) so wird der geringste Schall durch dieses elastische Häutgen der in der Trommel-Höle befindlichen Luft mitgetheilet; und von dieser Luft gehet er zu derjenigen, so sich in dem Irrgang befindet, dessen sämmtliche Theile mit denen zarten Fäsergen des Gehör-Nerven überzogen sind.

Ein allzugrosses Geräusch fällt dem Ohre beschwerlich, und gehet öfters so weit, daß es die Personen, so demselben ausgesetzet sind, zuweilen auf eine Zeitlang, ja wohl gar beständig, taub macht. Es rühret solches davon her, weil ein allzustarcker Eindruck auf dieses Werckzeug eben so, wie bey andern, die sehr zarten Theile gleichsam unempfindlich macht, oder ihre Einrichtung in Unordnung bringt. Nach einem grossen Geräusch thun die schwachen Töne bey dem

Ohr

Ohr eben das, was ein kleines Licht nach einer grossen Erleuchtung an dem Auge thut.

Es ist jedermann, auch so gar denen Kindern, bekannt, daß man den Schall weit stärcker höre, wenn man den klingenden Cörper zwischen die Zähne fasset, oder den Mund über demselben offen hält. Dieses kommt daher, weil als denn die Schwingungen durch den Gang des EUSTACHIUS, der in der Trommel-Höle befindlichen Luft mitgetheilet werden; und diese Würckung, die gleichsam unmittelbar ist, muß viel nachdrücklicher empfunden werden, als diejenige, so durch das Trommel-Häutgen hinein gehet. Es ist solches ein Mittel leichter zu hören, dessen sich öfters diejenigen Leute bedienen, die schwehr hören, da sie nemlich den Mund aufthun, wenn sie mit grosser Aufmercksamkeit etwas anhören.

Aus dieser Beobachtung folget nun, daß das Trommel-Häutgen kein wesentlich nöthiger Theil zur Vermehrung derer Schalle sey, weil sie unmittelbar zu der in der Trommel-Höle befindlichen Luft gelangen können, und die Erfahrung hat es bewiesen, daß dieser Schluß richtig sey: denn die Hunde, denen man dieses Häutgen weggenommen, sind nicht sogleich nach solcher Operation taub geworden *); jedoch hat aber auch eben diese Erfahrung gezeiget, daß die andern Theile sich, ohne diese Art einer Vormauer, nicht gar zu lange in ihren natürlichen Zustand erhalten können, weil dergleichen Thiere, nach Verlauf einiger Wochen, die Stimme dererjenigen, von denen sie gerufen worden, nicht mehr gehöret.

*) WILLISIUS de Anima brutorum, Cap. XIV.

In Ansehung der Existentz des Trommel-Häutgens, der Stelle, wo es sich befindet, und auch so gar seiner Verrichtungen, heget man durchgängig einerley Meynung, welches hingegen nicht geschiehet, wenn die Frage darüber entstehet, ob diese Art eines Zwerchfells den Gehör-Gang vollkommen zuschliesse, oder ob es sich öfnen könne, ohne seinen natürlichen Zustand zu verändern Einige *) nehmen diese letztere Meynung an, und berufen sich auf das Experiment gewisser Personen, welche den in dem Munde zurückbehaltenen Tobacks-Rauch wieder aus denen Ohren herausgehen lassen; andere behaupten das Gegentheil, und gründen sich auf das Experiment eines gewissen Zergliederers **), welcher, nachdem er Queckſilber in das Ohr eines todten Menschen gefüllet, niemals zuwege bringen konte, daß dieses mineralische Wesen aus der Trommel-Höle in den Gehör-Gang gekommen wäre. Soll denn nun das Experiment derer Tobacksschmaucher als eine widernatürliche Würckung angesehen werden, in welchem Fall dasselbe gar nichts beweisen würde? oder solte auch wohl nach dem Todte das Trommel-Häutgen ungleich stärcker zusammengezogen werden, als es bey lebendigen Personen seyn möchte, weßwegen man sodenn aus dem mit dem Queckſilber angestelleten Experiment eben so wenig etwas gewisses würde schliessen können? Es fället aber alles, was diese Entscheidung schwehr machen kan, auf einmal hinweg, wenn man weiß, daß der Rauch gar nicht, wie man vorzugeben pflegt, durch

*) DIONIS Demonstrat. anatom. VIII.

**) VABSALUA de Aure humana, Cap. II. §. VIII.

durch das Ohr gehe, und daß diese vorgegebene Sache auf einen blossen Betrug beruhe, womit gewisse Leute diejenigen hintergehen, welche leichtgläubig genung sind, daß sie sogleich dem blossen Schein trauen, oder allzuwenig gelernet haben, um denselben recht genau zu untersuchen, wie ich von einem unserer Zergliederer *) vernommen, dessen Einsicht und Redlichkeit vollkommen bekannt sind, der mir gesagt hat, daß er auch so gar durch das eigene Geständniß verschiedener Soldaten von denen Invaliden, welche sich gerühmet, daß sie den Rauch durch die Ohren blasen könten, hiervon überzeuget sey.

Weil die Fortpflantzung des Schalles nach eben denenjenigen Gesetzen geschiehet, welche bey der Fortpflantzung des Lichts erfordert werden, so muß man die klingenden Strahlen eben so können wieder zusammen bringen und condensiren, wie diejenigen, so von einem leuchtenden Object herkommen. Man verfertige also ein kleines Horn, von einer paraballischen Gestalt, *Fig. 1. Tab. XIX.* aus dessen Boden eine kleine Röhre herausgehet, und halte sodann dieser ihr äusserstes Ende an die Ohr-Muschel, so werden alle parallele Strahlen, wie *a b*, und *c d*, in *f*, als dem foco der Parabol, zusammen gebracht werden, und die Stärcke des Schalles in dem Gehör-Gang sehr mercklich vermehren.

Weil aber diese zum Gehör dienliche Instrumente keine andere Würckung haben sollen, als daß sie den Schall

*) Es ist solches der Herr MORAND, Mitglied der Academie derer Wissenschaften, dem dieselbe die Untersuchung der wahren Beschaffenheit dieser Begebenheit aufgetragen.

Schall in das Ohr desjenigen, der sich ihrer bedienet, zurückführen, so muß man verhüten, daß sie ihn nicht in ihren Umfang hindurch gehen lassen, wie das Sprach-Rohr; daher wolte ich rathen, daß man sie aus recht glatt polirten Metall verfertigte, damit die Zurückprallung derer Strahlen, wegen ihrer Härte und der Gleichheit ihrer Oberfläche, desto vollkomener geschehen könne, daneben aber auch ihre Schnellkraft schwäche, indem man sie auswendig mit einer Haut von Chagrin, oder sonst etwas dergleichen, überziehet.

Der Herr *le* CAT *) dem dieses fürnemlich in die Augen fiel, daß die Natur in dem Werckzeug des Gehörs verschiedene mit Luft angefüllete Hölen angebracht, hat zum Behuf derejenigen Personen, die schwehr hören, ein Doppeltes kleines Horn ausgesonnen, welches die 2te Figur *Tab. XIX.* vorstellet, und davon die Oefnung C D zwey und einen halben, oder auch wohl 3. Zoll zum Durchmesser haben kan. Nach der Meynung, darinnen ich stehe, daß die Vermehrung des Schalles durch dergleichen Instrumente eben so wol von der Unbeweglichkeit der Luft, als von einer wohl angebrachten Zurückprallung derer klingenden Strahlen herühre, zweifle ich gar nicht, daß man aus dieser Erfindung nicht solte gewisse Vortheile ziehen können.

Von denen gegen einander gehaltenen Schallen.

Dasjenige, was ich bisher überhaupt von der Beschaf-

*) Traité des Sens, p. 292.

schaffenheit des Schalles gesagt habe, muß uns deutlich zu erkennen geben, daß die klingenden Cörper vermögend sind verschiedene Empfindungen in uns zu erregen, nicht nur weil dieselben, indem einige dichter und mehr elastisch sind, als die andern, nachdrücklicher oder länger würcken können; sondern auch, weil ihre Schnellkraft, indem sie mehr oder weniger gespannet ist, häufigere oder wenigere Schwingungen, annehmen kan. In der That erkennet auch ein jeglicher gar leicht, daß der Klang einer Glocke und einer Schelle gar sehr von einander unterschieden sind; und so wenig man auch darauf Achtung giebt, so erkennet man dennoch sogleich, daß bey diesem Unterschied etwas mehr vorkomme, als der Grad der Stärcke: denn wenn man sich gleich sehr nahe bey einer Schelle, und sehr weit von einer Glocke befinden solte, so würde dennoch das Werckzeug des Gehörs noch allezeit auf eine von diesen beyden gantz verschiedene Art des Klangs angegriffen werden. Eben so verhält es sich auch mit einer Saite, deren Klang sich allezeit verändert, wenn sie stärcker oder schwächer angezogen ist, und man die Vorsicht brauchen wird, sie jedesmal in einer gleichen Stärcke klingend zu machen, und man findet keine andere Ursache dieser Würckung, als eine mehrere oder wenigere Steifigkeit in denen Theilen, woraus ein schnelleres oder langsameres beben entstehen muß.

Dieß sind diejenigen verschiedenen Abwechselungen des Klanges, welche aus einer grössern oder kleinern Anzahl derer Schwingungen in denen Theilen des klingenden Cörpers entstehen, und eigentlich Töne genennet werden, deren wohllautende Verbindung das

Object von der Music aus machet, als derjenigen vortreflichen Kunst, die eine so grosse Macht über die Seele hat, und womit sich heut zu Tage so viele Personen beschäftigen. so wol in Ansehung des Vergnügens so sie daran haben, als auch indem sie Profeßion davon machen.

Man pflegt alle Töne in tiefe und hohe einzutheilen; man nennet denjenigen Ton eines klingenden Cörpers tief, dessen Theile langsamer beben, als eines andern seine, mit dem man ihn vergleichet, oder (welches eben das ist,) der in einer gewissen Zeit weniger Schwingungen macht, als der andere. Aus dieser Beschreibung siehet man so gleich, daß der Ton nur bloß in der Vergleichung mit einem andern tief oder hoch sey, und daß eine oder die andere von diesen Eigenschaften sich so vielmal verändern könne, als man dabey Unterschiede haben kan zwischen denen Schwingungen, so die klingenden Cörper in einer gewissen gegebenen Zeit machen können.

Ohnerachtet nun aber die Töne, in Ansehung der Vergleichung derer Zahlen, sich fast unendlich verändern können, so lassen sich dennoch ihre Unterschiede in viel engere Gräntzen einschliessen, wenn man deßfals nur bey dem stehen bleibt, was eigentlich in die Sinne fällt; denn das zärteste Ohr unterscheidet diese Abwechselungen nicht eher, als wenn sich eine hinlängliche Zeit zwischen der Anzahl, wodurch sie herfürgebracht werden, befindet. Wenn man z. E. eine Saite von einem Clavecymbel dergestalt anziehet, daß sie in einer Secunde 200. Schwingungen macht, so wird sie einen gewissen Ton haben; wenn sie hierauf sich ein wenig mehr gespannet befindet, daß sie in eben

solcher Zeit 201. 202. oder 203 Schwingungen macht so wird sie ohnfehlbar einen höhern Ton, natürlicher Weise, aber nicht mercklich und in die Sinne fallend, haben, weil die Anzahl derer Schwingungen, so sie im letztern Fall macht, noch nicht genungsam von der Anzahl dererjenigen unterschieden ist, die sie anfänglich gemacht hat.

Wenn man demnach zwey klingende Cörper zu gleicher Zeit berühret, als zwey Saiten von einem Clavecymbel, oder von einer Leyer, so haben ihre Schwingungen nothwendig ein gewisses Verhältniß der Anzahl unter einander, also daß nach Verlauf einer gewissen Zeit die beyde Saiten wieder zugleich mit einander zu klingen anfangen; und diese periodische Wiedervereinigung nennet man den Accord, oder die Zusammenstimmung.

Die Accorde sind um so viel vollständiger, je öfterer die Schwingungen wieder zusammen kommen, oder sich von neuen mit einander vereinigen, oder auch ihre Anzahl, in jeglicher Zeit, weniger von einander abgehet. Man nennet also den Einklang (vnisonum) die Zusammenstimmung zweyer Saiten, welche beyderseits eine Schwingung gegen eine machen; diejenige von 2. Saiten, welche zwey Schwingungen gegen eine macht, giebt die hohe Octave ab; wenn sie drey Schwingungen gegen zwey macht, so bringt sie die Quinte zuwege; mit vieren gegen drey, die Quarte, mit fünfen gegen viere die grosse Terze (tertia maior); mit sechsen gegen fünfe, die kleine Terze, (tertia minor).

Alle diese Zusammenstimmungen aber einer Saite mit der andern, haben, wie man deutlich siehet, nichts

abso-

Object von der Music aus machet, als derjenigen vortreflichen Kunst, die eine so grosse Macht über die Seele hat, und womit sich heut zu Tage so viele Personen beschäftigen. so wol in Ansehung des Vergnügens so sie daran haben, als auch indem sie Profeßion davon machen.

Man pflegt alle Töne in tiefe und hohe einzutheilen; man nennet denjenigen Ton eines klingenden Cörpers tief, dessen Theile langsamer beben, als eines andern seine, mit dem man ihn vergleichet, oder (welches eben das ist,) der in einer gewissen Zeit weniger Schwingungen macht, als der andere. Aus dieser Beschreibung siehet man so gleich, daß der Ton nur bloß in der Vergleichung mit einem andern tief oder hoch sey, und daß eine oder die andere von diesen Eigenschaften sich so vielmal verändern könne, als man dabey Unterschiede haben kan zwischen denen Schwingungen, so die klingenden Cörper in einer gewissen gegebenen Zeit machen können.

Ohnerachtet nun aber die Töne, in Ansehung der Vergleichung derer Zahlen, sich fast unendlich verändern können, so lassen sich dennoch ihre Unterschiede in viel engere Gräntzen einschliessen, wenn man deßfals nur bey dem stehen bleibt, was eigentlich in die Sinne fällt; denn das zärteste Ohr unterscheidet diese Abwechselungen nicht eher, als wenn sich eine hinlängliche Zeit zwischen der Anzahl, wodurch sie herfürgebracht werden, befindet. Wenn man z. E. eine Saite von einem Clavecymbel dergestalt anziehet, daß sie in einer Secunde 200. Schwingungen macht, so wird sie einen gewissen Ton haben; wenn sie hierauf sich ein wenig mehr gespannet befindet, daß sie in eben

solcher Zeit 201. 202. oder 203 Schwingungen macht so wird sie ohnfehlbar einen höhern Ton, natürlicher Weise, aber nicht mercklich und in die Sinne fallend, haben, weil die Anzahl derer Schwingungen, so sie im letztern Fall macht, noch nicht genungsam von der Anzahl dererjenigen unterschieden ist, die sie anfänglich gemacht hat.

Wenn man demnach zwey klingende Cörper zu gleicher Zeit berühret, als zwey Saiten von einem Clavecymbel, oder von einer Leyer, so haben ihre Schwingungen nothwendig ein gewisses Verhältniß der Anzahl unter einander, also daß nach Verlauf einer gewissen Zeit die beyde Saiten wieder zugleich mit einander zu klingen anfangen; und diese periodische Wiedervereinigung nennet man den Accord, oder die Zusammenstimmung.

Die Accorde sind um so viel vollständiger, je öfterer die Schwingungen wieder zusammen kommen, oder sich von neuen mit einander vereinigen, oder auch ihre Anzahl, in jeglicher Zeit, weniger von einander abgehet. Man nennet also den Einklang (vnisonum) die Zusammenstimmung zweyer Saiten, welche beyderseits eine Schwingung gegen eine machen; diejenige von 2. Saiten, welche zwey Schwingungen gegen eine macht, giebt die hohe Octave ab; wenn sie drey Schwingungen gegen zwey macht, so bringt sie die Quinte zuwege; mit vieren gegen drey, die Quarte, mit fünfen gegen viere die grosse Terze (tertia maior); mit sechsen gegen fünfe, die kleine Terze, (tertia minor).

Alle diese Zusammenstimmungen aber einer Saite mit der andern, haben, wie man deutlich siehet, nichts abso-

absolutes: der Ton, den ich die Octave, die Quinte, u. s. f. nenne, würde auf einmal gantz etwas anderes werden, wenn ich den Ton der andern Saite veränderte, der mir zum Object der Vergleichung dienet. Eben so ist es auch mit dem Ton beschaffen, den ich tief oder hoch nenne: er verändert die Benennung, ohne seine Beschaffenheit zu verändern, so oft sich nur derjenige Ton verändert, mit dem ich ihn vergleiche.

Es ist eine grosse Beschwehrlichkeit in der Music, daß man keinen beständigen und unveränderlichen Thon hat, den man allezeit wieder finden, und mit dem man alle die andern vergleichen könte. Diejenige Gattung einer Pfeife, deren man sich bedienet, den Ton derer Stimmen und Instrumenten bey einem Concert anzugeben, oder diejenigen Flöten, von denen man sagt, daß sie den Opern-Ton haben, sind keine sichern Mittel zur Vermeydung aller Veränderung: die Erfahrung bezeuget, daß alle Instrumente von dieser Gattung, so wenig als die andern, beständig in einerley Zustand verbleiben; wenn sie aber auch darinnen beharren könten, und würden nachhero verdorben oder zerbrochen, wie würde man sodenn ihren eigentlichen Ton wieder finden?

Unter allen Naturkündigern, die sich vorgesetzt haben, der Music diesen so lange verlangten beständigen Ton zu verschaffen, hat niemand, so viel ich weiß, mit mehrern Eifer und glücklichern Fortgang gearbeitet, als der Herr SAUVEUR, ohnerachtet, die Wahrheit zu gestehen, diejenigen Mittel, so er ausgesonnen, mir noch nicht scheinen diejenige Simplicität zu zeigen, welche eine practische Erfindung andeutet. Man muß seine Untersuchungen in Ansehung dieser Materie, und wie

weit

weit er darinnen gekommen, in seinen eigenen Schriften, oder in denen daraus gemachten Auszügen *), nachsehen. Es wird genug seyn, wenn ich hier nur so viel melde, es habe dieses scharfsinnige und gelehrte Mitglied der Academie, um einen gewissen Ton fest zu setzen, unter welchen man die gantze Reyhe derer tiefen Töne, und über ihm die Reyhe derer hohen Töne erhält, eine gewisse von ihm gemachte Anmerckung sehr nützlich angebracht, die ein nur in etwas aufmercksames Ohr allezeit auch machen kan, wenn es zwey Orgel-Pfeifen mit einander höret zusammen stimmen. Die Wiedervereinigung ihrer Schwingungen giebt sich durch einen etwas stärckern Ton zu erkennen; und die Zeit, welche zwischen einer und der andern solchen Wiedervereinigung verstreicht, ist zuweilen mercklich genung, daß sie kan abgemessen werden. Nun weiß man, aus der Natur derer Zusammenstimmungen eine von diesen beyden Pfeifen in eben derselben Zeit machen muß, binnen welcher die andere eine gewisse bestimmte Anzahl dererselben macht, daß nemlich z. E. die eine von zwey in der Octave zusammenstimmenden Pfeifen, unter der Zeit zwey Schwingungen zu machen pflegt, da die andere nur eine macht. Wenn nun die Zeit, zwischen der Wiedervereinigung der einen mit der andern mercklich genung seyn solte, so würde man also wissen können, wie viel Zeit von jener zu zwey Schwingungen, und von dieser um eine Schwingung zu machen, würde angewendet werden. Wenn nun also die Zeit, bin-

*) In der Historie der Academie derer Wissenschafren, vom Jahr 1700. pag. 134.

binnen welcher die zu einem gewissen Ton erforderlichen Schwingungen geschehen, durch die Erfahrung bestimmet ist, und die Anzahl derer Schwingungen, welche zu denen andern Tönen unter eben derselben Zeit, erfordert werden, schon sonsten bekannt ist, sonimt der Herr SAUVEUR denjenigen zum beständigen Ton an, der in einer Secunde 100. Schwingungen macht, und denjenigen als die beständige hohe Octave, der darüber ist, das ist, den Ton, der 200. Schwingungen in einer Secunde macht; und denjenigen nennet er die beständige niedrige Octave, der darunter ist, oder den Ton, der 50. Schwingungen in einer Secunde macht.

Nachdem der Herr SAUVEUR aus der Erfahrung befunden, daß eine offene Orgel-Pfeife von ohngefehr 5. Schuhen, denjenigen beständigen Ton von sich gebe, dessen ich jetzo erwehnet habe, so verglich er diese Länge mit der Länge zweyer anderer Pfeiffen, dovon eine den allertiefsten, und die andere den allerhöchsten Ton von sich gab, den nur das menschliche Ohr unterscheiden kan; und nachdem er vermittelst der Vergleichung ihrer Grössen erforschet, wie viel Schwingungen eine jegliche in Zeit von einer Secunde machen könne, so fande er endlich, daß der tiefste Ton, den wir noch unterscheiden können, aus einem klingenden Cörper komme, der $12\frac{1}{2}$ Schwingungen in einer Secunde macht, und daß der höchste Ton in eben so viel Zeit 6400. Schwingungen mache, und weil $12\frac{1}{2}$ sich zu 6400. ohngefehr wie 1. zu 512. verhält, so kan man daraus den Schluß machen, daß das Ohr 512. Grad Empfindungen anzunehmen fähig sey.

Wenn

nn man einmal einen beständigen Ton vermit-
rer Orgel-Pfeifen erhalten hat, so kan man ihn
e Gattungen von Instrumenten gebrauchen;
ine Saite von einer Violine, eine Flöte, eine
meye, u. d. gl. können mit der Pfeife, die den be-
gen Ton angeben wird, einen gleichen Klang an-
n.

Die Grösse derer Schwingungen thut nichts zu dem Ton: wenn der klingende Cörper kaum ist berühret worden, so sind sie gleich anfänglich von einem weitern Umfang, und der Schall ist daher stärcker; ohnerachtet sie aber nachhero kleiner werden, und folglich der Schall schwächer wird, so bleibet dennoch der Ton bis zum Ende überein, weil die Schwingungen, ob sie gleich zuletzt nicht so groß sind, als im Anfang, dennoch allezeit von gleicher Dauer zu seyn pflegen, als welches eben die Eigenschaft derer mit einer Schnellkraft begabten Cörper ist. Inzwischen muß dieses nur von dem Haupt-Klang verstanden werden, nemlich von demjenigen, den ein jegliches Ohr höret, so bald man an den klingenden Cörper angeschlagen hat; denn wenn man genauer darauf Achtung giebt, sonderlich aber, wenn nach gerade der Haupt-Klang abnimmt, so bemercket man sehr oft auch andere Töne, davon wir nachhero Rechenschaft zu geben uns bemühen wollen.

Eine Saite macht allezeit mehrere Schwingungen, und giebt folglich einen desto höhern Ton, je kürtzer oder zärter sie ist, oder je stärcker man sie auch gespannet hat. Wenn man also deren zwey, die von einerley Materie sind, mit einander zusammen stimmen will, so muß man auf diese 3. Stücke sehen, nemlich auf ihre Länge, ihre Dicke, und ihren Grad der Spannung.

1. Wenn zwey gleich-lange und gleich-dicke Saiten, nur bloß in Ansehung des Grads der Spannung von einander abgehen, so verhalten sich ihre Schwingungen, in Ansehung der Anzahl, wie die Quadrat-Wurtzeln derer Kräfte, von denen sie gespannet gehalten werden. Das ist, wenn sie durch Gewichte angezogen wären, und zwar die eine durch 1. Pfund, die andere aber durch ein Gewicht von 4. Pfund, so würden die Schwingungen dieser beyden Saiten, in Ansehung der Anzahl, sich wie 2. zu 1 verhalten, weil 2. die Quadrat-Wurtzel von 4. und 2. die Quadrat-Wurtzel von 1. ist; und nach eben diesem Grundsatz würden ferner die Schwingungen sich wie 3. zu 2. verhalten, wenn von denen Gewichten, welche die Saite anziehen eins 9. Pfund, und das andere 4. Pfund halten solte, weil 3. die Quadrat-Wurtzel von 9. und 2. die Quadrat-Wurtzel von 4. ist.

2. Wenn gleich-dicke und gleich-gespannete Saiten nur in Ansehung der Länge von einander unterschieden sind, so ist die Anzahl ihrer Schwingungen, zu einerley Zeit, in ratione inuersa, ihrer Länge. Das ist, diejenige, welche kürtzer ist, macht noch einmal so viel Schwingungen, als die andere; und diejenige, so sich zu der andern wie 2. zu 3. verhält, macht auch 3. Schwingungen gegen 2. und s. w.

3. Wenn die Saiten nur in Ansehung der Dicke von einander unterschieden sind, so machen sie Schwingungen, deren Anzahl in ratione reciproca derer Durchmesser ist. Das ist, wenn eine von beyden noch einmal so dicke ist, als die andere, so macht sie halb so viel Schwingungen in einer gewissen gegebenen Zeit. Wenn die Durchmesser sich wie 3. zu 2. gegen einander ver-

verhalten, so macht die dickere von diesen beyden nur 2. Schwingungen gegen 3. u. s. w.

Das sechste Experiment.

Vorbereitung.

Die dritte Figur. *Tab. XIX.* stellet ein Instrument für, das man einen Schall Messer (Sonometrum) nennen kan, weil es zur Abmessung und Vergleichung derer Schalle dienet. Es ist solches ein langer Kasten, der auf einem Gestelle stehet, welches aus zwey Füssen und einem Queer-Stück zusammen gesetzt ist: Die Decke, so aus Tannen-Holtz verfertiget ist, kan 3. Schuh lang, und 4. Zoll breit seyn, und ist zugleich mit 3. Rosen durchbrochen, ohngefehr wie diejenige, so sich auf einer Cyther, oder an einer Kinder-Trommel befindet. An dem einen Ende dieses Kastens befinden sich 2. wincklichte Hebel, die denenjenigen gleich sind, deren man sich zur Anziehung derer Glöckgen in denen Zimmern bedienet, und deren Arme einen geraden Winckel machen. An diesen Armen sind auf einer Seite zwey Gewichte, A und B, befestiget, die man verändern kan; und an der andern Seite sind 2. Saiten von einer Baßgeige angeknüpfet, die mit denen Wirbeln, C, D,

so sich an dem andern Ende des Kastens befinden, ausgespannet werden. Diese beyde Saiten laufen über 2. fest gemachte Stege, E und F, welche sie kaum berühren, und auf welchen man sie, nachdem sie erstlich angezogen worden, vermittelst einer Schraube zurück hält, die ein kleines Stückgen Holtz in die Höhe treibt. Es befindet sich auch noch ein anderer Steg, G, dabey, den man in einer Fuge, von einem Ende des Kastens bis zum andern, hin und her schieben kan, und dessen Rand in Zolle und Linien abgetheilet ist, daß wenn man also mit der Spitze eines Fingers nur ein wenig auf eine von denen beyden Saiten drücket, dieselbe mit der andern in ein jegliches Verhältniß der Länge kan gebracht werden, das man nur verlanget, ohne daß ihr Grad der Spannung merklich verändert wird. Wenn man nun die Saiten in bekannten Verhältnissen anziehen will, so hänget man solche Gewichte in A und B, deren Schwehre man vorher weiß, und drehet die Wirbel C und D so lange herum, bis die Arme derer Hebel, so wol mit denen klingenden Saiten, als mit denen daran die Gewichte hangen, gerade Winckel machen.

Würckungen.

1. Wenn die beyde Saiten von einerley Di-

cke, und mit gleichen Gewichten gespannet sind, so werden sie einstimmig seyn; ist eine halb so lang als die andere, so geben sie die Octave, und wenn eine um $\frac{1}{3}$ kürtzer ist, die Quinte.

2. Wenn beyde Saiten von gleicher Länge und Stärcke sind, so stimmen sie in der Octave zusammen, so fern die eine durch ein Gewicht von 1. Pfund, und die andere durch ein Gewicht von 4. Pfund angezogen wird: hingegen stimmen sie in der Quinte zusammen, wenn von denen beyden Gewichten, die sie gespannet halten, das eine 4. und das andere 9. Pfund hält.

3. Wenn beyde Saiten überein lang, und durch gleiche Gewichte gespannet sind, so stimmen sie in der Octave zusammen, so fern die eine noch einmal so starck ist, als die andere, und in der Quinte, wenn der Durchmesser der einen sich zu des andern seinen wie 3. zu 2. verhält.

Erklärungen.

Es ist bereits aus allen dem, was ich bisher gesagt, zur Gnüge bekannt, daß die Töne aus einer gewissen Anzahl von Schwingungen entstehen, die der klingende Cörper in einer bestimmten Zeit macht, und daß die Zusammenstimmungen nichts anders sind, als gewisse Verhältnisse dieser Anzahl derer Schwingungen gegen einander. Weil ich nun also weiß, daß die Octave sich allezeit muß hören lassen, wenn 2. Schwingungen gegen eine geschehen; die Quinte, wenn deren 3. gegen 2. geschehen, u. s. w. so kan ich daher aus denen Zu-

sammenstimmungen, die ich höre, gantz sicher auf diese Verhältnisse schliessen. Wenn demnach die beyden Saiten meines Sonometers einstimmig sind, es mag nun auch die Länge, Stärcke oder Spannung einer jeden beschaffen seyn wie sie will, so ist es gewiß, daß ihre Schwingungen in einerley Zeit geschehen, das ist, daß allezeit eine gegen eine, oder einerley Anzahl zu gleicher Zeit erfolget: und eben so kan ich auch sagen, wenn sie in der Octave, oder in der Quinte, u. s. w. zusammen stimmen, es rühre solches davon her, weil die Schwingungen, so sie in einer gegebenen Zeit machen, sich wie 1. zu 2. wie 3 zu 2. u. s. w. gegen einander verhalten.

Nun hat man aus denen vorhergehenden Erfolgen gesehen, daß, wenn man die Länge, die Stärcke und den Grad der Spannung derer Saiten, wie wir kurtz vorher gemeldet haben, ordentlich einrichtet, welches allerdings muste beobachtet werden, um gewisse Verhältnisse in der Anzahl derer Schwingungen zu erhalten, daß, sage ich, so denn hieraus Zusammenstimmungen entstehen, die wesentlich von diesen Verhältnissen herrühren, und ohne dieselben nicht erfolgen. Solchemnach ist also durch unser Experiment deutlich erwiesen, daß die Schwingungen, wie wir bereits gesagt haben, um so viel schneller erfolgen, je kürtzer und zärter die klingende Saite ist, und je schärfer man sie angezogen hat, wie auch, daß ihre Menge sich nach denen von uns fest gesetzten Verhältnissen richte.

Dasjenige, was die Erfahrung in dieser Absicht zeiget, stimmet vollkommen mit der Vernunft überein. Denn weil alle mit einer Schnellkraft begabte Cörper um so viel schnellere Schwingungen haben, je steifer ihre Theile sind, so muß auch eine Saite die stärcker angezogen

zogen ist, und deren Theile mehr ausgedehnet sind, viel schnellere Schwingungen machen, mithin einen höhern Klang herfür bringen; und hingegen diejenige, welche weniger gespannet ist, und deren Theile schlaffer sind, muß langsamere Schwingungen haben, wodurch sie einen tiefern Klang erhält. Nun ist aber eine Saite weniger gespannet, als eine andere, ob sie gleich mit einerley Grad der Stärcke angezogen ist, wenn sie entweder länger, oder dicker ist, weil alsdenn die Kraft, welche sie ausdehnet, gegen eine grössere Anzahl von Theilen würcket, die ihr Vermögen mehr zertrennen, und folglich muß sich ein jeder derer selben, wenn er als eine kleine elastische Feder betrachtet wird, sich weniger gespannet befinden, als er sonst seyn würde, wenn er ein Theil von einer zärtern oder kürtzern Saite wäre.

Anwendungen.

Das vorhergehende Experiment lehret uns, warum bey allen musicalischen Instrumenten der klingende Theil, das ist, derjenige, den man berühret, um den Klang zu erregen, allezeit so eingerichtet sey, daß man mit leichter Mühe die Länge oder den Grad der Spannung derer selben verändern kan. Denn durch diese beyde Mittel sind sie eigentlich geschickt, die Composition des Musici behörig auszudrücken. Die zärtesten Saiten einer Leyer, z. E. wenn sie einstimmig worden sind, drücken die Melodien aus, weil die kleinen Höltzer, womit sie berühret werden, und die man heraustreibt, sie mehr oder weniger abkürtzen, damit also der verschiedene Ton entstehe. Bey der Baßgeige vertreten die Finger die Stelle solcher kleinen Höltzer, indem sie die Saiten auf die an dem Hals befind-

befindliche Abtheilungen niederdrücken. Bey dem Clavecymbel, wo eine jegliche Saite nur auf einen Ton eingerichtet ist, gründet sich die Stärcke derer sämmtlichen Stimmen auf eine grössere Anzahl von Saiten, und deren verschiedene Länge und Dicke.

Bey denen Instrumenten, die geblasen werden, erlanget man gleichfals eine Reyhe von tiefern oder höhern Tönen, vermittelst der Veränderung derer Grössen des klingenden Cörpers. Eine Flöte, oder eine kleine Pfeife (Flaschenet), enthält eine Säule von Luft in sich, welche eigentlich zu reden der klingende Theil dieses Instruments ist, wie ich bereits oben gesagt habe. Diese Luft-Säule aber verändert in gewisser masse die Länge, nach der Anzahl derer Löcher, die man aufmacht oder zuhält, weil ein jegliches von diesen Löchern, indem es eine Gemeinschaft zwischen der äussern, und der in der Pfeife eingeschlossenen Luft veranlasset, alsdenn verhindert, daß diese letztere die Schwingungen, so aus dem Mundstück kommen, nicht in ihren gantzen Umfang, oder auf eine vollständige Art, annehmen kan *).

Das Werckzeug der Stimme könte mit denen Instrumenten, so man blasen muß, verglichen werden, soferne man wenigstens keine allzugenaue Gleichheit fordern würde; denn wir sehen nicht, daß die Kunst noch jemals einiges Werckzeug herfürgebracht habe, das der Natur so gar nahe kommt. Die Luft-Röhre, *Gg, Hh, Fig. 5. Tab. XVIII.* derjenige Canal, wodurch die Luft, welche wir ein- und ausathmen, in

die

*) Siehe die Erklärung des Herrn EULER, in seinem Tentamine novo Theoriæ Musicæ.

die Lunge gelanget, endiget sich nach dem Munde zu mit einer kleinen ovalen Oefnung K, die man *Glottis* nennet. Die Aehnlichkeit zwischen derselben und einer Flöte, hat vor Alters Anlaß gegeben zu glauben, es formire sich die Stimme in diesem Theil eben so, wie der Schall in dergleichen Instrumenten herfürgebracht wird. Als aber der Herr DODART überlegte, daß der Schall einer Flöte durch die hineingehende Luft erreget werde, da hingegen die Stimme gemeiniglich durch die aus der Luft-Röhre herausgehende Luft erwecket wird, so bewegte ihn solches mit aller Wahrscheinlichkeit zu glauben, der oberste Theil der Luft-Röhre, mit seiner ovalen Oefnung (glottis) das Haupt-Werckzeug sey, und der daran befindliche Canal nur bloß die Stelle eines Sprach-Rohrs vertrete.

Nach dem Lehrgebäude dieses geschickten Naturkündigers *) werden tiefere oder höhere Schalle durch die Luft herfürgebracht, indem sie mit mehrerer oder wenigerer Geschwindigkeit durch vorbesagte ovale Oefnung gehet, die sich deßwegen erweitern und enger zusammenziehen kan. Der auf solche Weise formirte Schall macht in der Höle des Mundes und der Nasen einen Wiederschall, und indem er aus derselben herausgehet, so wird, vermittelst der Bewegung der Zunge und derer Lippen, eine deutliche Aussprache zuwege gebracht. Solchemnach liefert die Luft-Röhre eigentlich die Luft, die oberste Oefnung derselben formiret die Stimme und reguliret ihren Ton, die Zunge aber und die Lippen machen Worte daraus.

Dieses

*) Siehe die Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1700. pag. 244.

binnen welcher die zu einem gewissen Ton erforderlichen Schwingungen geschehen, durch die Erfahrung bestimmet ist, und die Anzahl derer Schwingungen, welche zu denen andern Tönen unter eben derselben Zeit, erfordert werden, schon sonsten bekannt ist, sonimt der Herr SAUVEUR denjenigen zum beständigen Ton an, der in einer Secunde 100. Schwingungen macht, und denjenigen als die beständige hohe Octave, der darüber ist, das ist, den Ton, der 200. Schwingungen in einer Secunde macht; und denjenigen nennet er die beständige niedrige Octave, der darunter ist, oder den Ton, der 50. Schwingungen in einer Secunde macht.

Nachdem der Herr SAUVEUR aus der Erfahrung befunden, daß eine offene Orgel-Pfeise von ohngefehr 5. Schuhen, denjenigen beständigen Ton von sich gebe, dessen ich jetzo erwehnet habe, so verglich er diese Länge mit der Länge zweyer anderer Pfeiffen, dovon eine den allertiefsten, und die andere den allerhöchsten Ton von sich gab, den nur das menschliche Ohr unterscheiden kan; und nachdem er vermittelst der Vergleichung ihrer Grössen erforschet, wie viel Schwingungen eine jegliche in Zeit von einer Secunde machen könne, so fande er endlich, daß der tiefste Ton, den wir noch unterscheiden können, aus einem klingenden Cörper komme, der $12\frac{1}{2}$ Schwingungen in einer Secunde macht, und daß der höchste Ton in eben so viel Zeit 6400. Schwingungen mache, und weil $12\frac{1}{2}$ sich zu 6400. ohngefehr wie 1. zu 512. verhält, so kan man daraus den Schluß machen, daß das Ohr 512. Grad Empfindungen anzunehmen fähig sey.

Wenn

Wenn man einmal einen beständigen Ton vermittelst derer Orgel-Pfeifen erhalten hat, so kan man ihn für alle Gattungen von Instrumenten gebrauchen; denn eine Saite von einer Violine, eine Flöte, eine Schalmeye, u. d. gl. können mit der Pfeife, die den beständigen Ton angeben wird, einen gleichen Klang annehmen.

Die Grösse derer Schwingungen thut nichts zu dem Ton: wenn der klingende Cörper kaum ist berühret worden, so sind sie gleich anfänglich von einem weitern Umfang, und der Schall ist daher stärcker; ohnerachtet sie aber nachhero kleiner werden, und folglich der Schall schwächer wird, so bleibet dennoch der Ton bis zum Ende überein, weil die Schwingungen, ob sie gleich zuletzt nicht so groß sind, als im Anfang, dennoch allezeit von gleicher Dauer zu seyn pflegen, als welches eben die Eigenschaft derer mit einer Schnellkraft begabten Cörper ist. Inzwischen muß dieses nur von dem Haupt-Klang verstanden werden, nemlich von demjenigen, den ein jegliches Ohr höret, so bald man an den klingenden Cörper angeschlagen hat; denn wenn man genauer darauf Achtung giebt, sonderlich aber, wenn nach gerade der Haupt-Klang abnimmt, so bemercket man sehr oft auch andere Töne, davon wir nachhero Rechenschaft zu geben uns bemühen wollen.

Eine Saite macht allezeit mehrere Schwingungen, und giebt folglich einen desto höhern Ton, je kürtzer oder zärter sie ist, oder je stärcker man sie auch gespannet hat. Wenn man also deren zwey, die von einerley Materie sind, mit einander zusammen stimmen will, so muß man auf diese 3. Stücke sehen, nemlich auf ihre Länge, ihre Dicke, und ihren Grad der Spannung.

1. Wenn zwey gleich-lange und gleich-dicke Saiten, nur bloß in Ansehung des Grads der Spannung von einander abgehen, so verhalten sich ihre Schwingungen, in Ansehung der Anzahl, wie die Quadrat-Wurtzeln derer Kräfte, von denen sie gespannet gehalten werden. Das ist, wenn sie durch Gewichte angezogen wären, und zwar die eine durch 1. Pfund, die andere aber durch ein Gewicht von 4. Pfund, so würden die Schwingungen dieser beyden Saiten, in Ansehung der Anzahl, sich wie 2. zu 1 verhalten, weil 2. die Quadrat-Wurtzel von 4. und 2. die Quadrat-Wurtzel von 1. ist; und nach eben diesem Grundsatz würden ferner die Schwingungen sich wie 3. zu 2. verhalten, wenn von denen Gewichten, welche die Saite anziehen eins 9. Pfund, und das andere 4. Pfund halten solte, weil 3. die Quadrat-Wurtzel von 9. und 2. die Quadrat-Wurtzel von 4. ist.

2. Wenn gleich-dicke und gleich-gespannete Saiten nur in Ansehung der Länge von einander unterschieden sind, so ist die Anzahl ihrer Schwingungen, zu einerley Zeit, in ratione inuersa, ihrer Länge. Das ist, diejenige, welche kürtzer ist, macht noch einmal so viel Schwingungen, als die andere; und diejenige, so sich zu der andern wie 2. zu 3. verhält, macht auch 3. Schwingungen gegen 2. und s. w.

3. Wenn die Saiten nur in Ansehung der Dicke von einander unterschieden sind, so machen sie Schwingungen, deren Anzahl in ratione reciproca derer Durchmesser ist. Das ist, wenn eine von beyden noch einmal so dicke ist, als die andere, so macht sie halb so viel Schwingungen in einer gewissen gegebenen Zeit. Wenn die Durchmesser sich wie 3. zu 2. gegen einander ver-

verhalten, so macht die dickere von diesen beyden nur 2. Schwingungen gegen 3. u. s. w.

Das sechste Experiment.

Vorbereitung.

Die dritte Figur. *Tab. XIX.* stellet ein Instrument für, das man einen Schall Messer (Sonometrum) nennen kan, weil es zur Abmessung und Vergleichung derer Schalle dienet. Es ist solches ein langer Kasten, der auf einem Gestelle stehet, welches aus zwey Füssen und einem Queer-Stück zusammen gesetzt ist: Die Decke, so aus Tannen-Holtz verfertiget ist, kan 3. Schuh lang, und 4. Zoll breit seyn, und ist zugleich mit 3. Rosen durchbrochen, ohngefehr wie diejenige, so sich auf einer Cyther, oder an einer Kinder-Trommel befindet. An dem einen Ende dieses Kastens befinden sich 2. wincklichte Hebel, die denenjenigen gleich sind, deren man sich zur Anziehung derer Glöckgen in denen Zimmern bedienet, und deren Arme einen geraden Winckel machen. An diesen Armen sind auf einer Seite zwey Gewichte, A und B, befestiget, die man verändern kan; und an der andern Seite sind 2. Saiten von einer Baßgeige angeknüpfet, die mit denen Wirbeln, C, D,

Schall in das Ohr desjenigen, der sich ihrer bedienet, zurückführen, so muß man verhüten, daß sie ihn nicht in ihren Umfang hindurch gehen lassen, wie das Sprach-Rohr; daher wolte ich rathen, daß man sie aus recht glatt polirten Metall verfertigte, damit die Zurückprallung derer Strahlen, wegen ihrer Härte und der Gleichheit ihrer Oberfläche, desto vollkomener geschehen könne, daneben aber auch ihre Schnellkraft schwäche, indem man sie auswendig mit einer Haut von Chagrin, oder sonst etwas dergleichen, überziehet.

Der Herr *le* CAT *) dem dieses fürnemlich in die Augen fiel, daß die Natur in dem Werckzeug des Gehörs verschiedene mit Luft angefüllete Hölen angebracht, hat zum Behuf derer jenigen Personen, die schwehr hören, ein Doppeltes kleines Horn ausgesonnen, welches die 2te Figur *Tab. XIX.* vorstellet, und davon die Oefnung C D zwey und einen halben, oder auch wohl 3. Zoll zum Durchmesser haben kan. Nach der Meynung, darinnen ich stehe, daß die Vermehrung des Schalles durch dergleichen Instrumente eben so wol von der Unbeweglichkeit der Luft, als von einer wohl angebrachten Zurückprallung derer klingenden Strahlen herühre, zweifle ich gar nicht, daß man aus dieser Erfindung nicht solte gewisse Vortheile ziehen können.

Von denen gegen einander gehaltenen Schallen.

Dasjenige, was ich bisher überhaupt von der Beschaf-

*) Traité des Sens, p. 292.

schaffenheit des Schalles gesagt habe, muß uns deutlich zu erkennen geben, daß die klingenden Cörper vermögend sind verschiedene Empfindungen in uns zu erregen, nicht nur weil dieselben, indem einige dichter und mehr elastisch sind, als die andern, nachdrücklicher oder länger würcken können; sondern auch, weil ihre Schnellkraft, indem sie mehr oder weniger gespannet ist, häufigere oder wenigere Schwingungen, annehmen kan. In der That erkennet auch ein jeglicher gar leicht, daß der Klang einer Glocke und einer Schelle gar sehr von einander unterschieden sind; und so wenig man auch darauf Achtung giebt, so erkennet man dennoch sogleich, daß bey diesem Unterschied etwas mehr vorkomme, als der Grad der Stärcke: denn wenn man sich gleich sehr nahe bey einer Schelle, und sehr weit von einer Glocke befinden solte, so würde dennoch das Werckzeug des Gehörs noch allezeit auf eine von diesen beyden gantz verschiedene Art des Klangs angegriffen werden. Eben so verhält es sich auch mit einer Saite, deren Klang sich allezeit verändert, wenn sie stärcker oder schwächer angezogen ist, und man die Vorsicht brauchen wird, sie jedesmal in einer gleichen Stärcke klingend zu machen, und man findet keine andere Ursache dieser Würckung, als eine mehrere oder wenigere Steifigkeit in denen Theilen, woraus ein schnelleres oder langsameres beben entstehen muß.

Dieß sind diejenigen verschiedenen Abwechselungen des Klanges, welche aus einer grössern oder kleinern Anzahl derer Schwingungen in denen Theilen des klingenden Cörpers entstehen, und eigentlich Töne genennet werden, deren wohllautende Verbindung das

Object von der Music aus machet, als derjenigen vortreflichen Kunst, die eine so grosse Macht über die Seele hat, und womit sich heut zu Tage so viele Personen beschäftigen. so wol in Ansehung des Vergnügens so sie daran haben, als auch indem sie Profeßion davon machen.

Man pflegt alle Töne in tiefe und hohe einzutheilen; man nennet denjenigen Ton eines klingenden Cörpers tief, dessen Theile langsamer beben, als eines andern seine, mit dem man ihn vergleichet, oder (welches eben das ist,) der in einer gewissen Zeit weniger Schwingungen macht, als der andere. Aus dieser Beschreibung siehet man so gleich, daß der Ton nur bloß in der Vergleichung mit einem andern tief oder hoch sey, und daß eine oder die andere von diesen Eigenschaften sich so vielmal verändern könne, als man dabey Unterschiede haben kan zwischen denen Schwingungen, so die klingenden Cörper in einer gewissen gegebenen Zeit machen können.

Ohnerachtet nun aber die Töne, in Ansehung der Vergleichung derer Zahlen, sich fast unendlich verändern können, so lassen sich dennoch ihre Unterschiede in viel engere Gräntzen einschliessen, wenn man deßfals nur bey dem stehen bleibt, was eigentlich in die Sinne fällt; denn das zärteste Ohr unterscheidet diese Abwechselungen nicht eher, als wenn sich eine hinlängliche Zeit zwischen der Anzahl, wodurch sie hervorgebracht werden, befindet. Wenn man z. E. eine Saite von einem Clavecymbel dergestalt anziehet, daß sie in einer Secunde 200. Schwingungen macht, so wird sie einen gewissen Ton haben; wenn sie hierauf sich ein wenig mehr gespannet befindet, daß sie in eben

solcher Zeit 201. 202. oder 203 Schwingungen macht so wird sie ohnfehlbar einen höhern Ton, natürlicher Weise, aber nicht merklich und in die Sinne fallend, haben, weil die Anzahl derer Schwingungen, so sie im letztern Fall macht, noch nicht genungsam von der Anzahl dererjenigen unterschieden ist, die sie anfänglich gemacht hat.

Wenn man demnach zwey klingende Cörper zu gleicher Zeit berühret, als zwey Saiten von einem Clavecymbel, oder von einer Leyer, so haben ihre Schwingungen nothwendig ein gewisses Verhältniß der Anzahl unter einander, also daß nach Verlauf einer gewissen Zeit die beyde Saiten wieder zugleich mit einander zu klingen anfangen; und diese periodische Wiedervereinigung nennet man den Accord, oder die Zusammenstimmung.

Die Accorde sind um so viel vollständiger, je öfterer die Schwingungen wieder zusamimen kommen, oder sich von neuen mit einander vereinigen, oder auch ihre Anzahl, in jeglicher Zeit, weniger von einander abgehet. Man nennet also den Einklang (vnisonum) die Zusammenstimmung zweyer Saiten, welche beyderseits eine Schwingung gegen eine machen; diejenige von 2. Saiten, welche zwey Schwingungen gegen eine macht, giebt die hohe Octave ab; wenn sie drey Schwingungen gegen zwey macht, so bringt sie die Quinte zuwege; mit vieren gegen drey, die Quarte, mit fünfen gegen viere die grosse Terze (tertia maior); mit sechsen gegen fünfe, die kleine Terze, (tertia minor).

Alle diese Zusammenstimmungen aber einer Saite mit der andern, haben, wie man deutlich siehet, nichts

absolutes: der Ton, den ich die Octave, die Quinte, u. s. f. nenne, würde auf einmal gantz etwas anderes werden, wenn ich den Ton der andern Saite veränderte, der mir zum Object der Vergleichung dienet. Eben so ist es auch mit dem Ton beschaffen, den ich tief oder hoch nenne: er verändert die Benennung, ohne seine Beschaffenheit zu verändern, so oft sich nur derjenige Ton verändert, mit dem ich ihn vergleiche.

Es ist eine grosse Beschwehrlichkeit in der Music, daß man keinen beständigen und unveränderlichen Thon hat, den man allezeit wieder finden, und mit dem man alle die andern vergleichen könte. Diejenige Gattung einer Pfeife, deren man sich bedienet, den Ton derer Stimmen und Instrumenten bey einem Concert anzugeben, oder diejenigen Flöten, von denen man sagt, daß sie den Opern-Ton haben, sind keine sichern Mittel zur Vermeydung aller Veränderung: die Erfahrung bezeuget, daß alle Instrumente von dieser Gattung, so wenig als die andern, beständig in einerley Zustand verbleiben; wenn sie aber auch darinnen beharren könten, und würden nachhero verdorben oder zerbrochen, wie würde man sodenn ihren eigentlichen Ton wieder finden?

Unter allen Naturkündigern, die sich vorgesetzt haben, der Music diesen so lange verlangten beständigen Ton zu verschaffen, hat niemand, so viel ich weiß, mit mehrern Eifer und glücklichern Fortgang gearbeitet, als der Herr SAUVEUR, ohnerachtet, die Wahrheit zu gestehen, diejenigen Mittel, so er ausgesonnen mir noch nicht scheinen diejenige Simplicität zu zeigen, welche eine practische Erfindung andeutet. Man muß seine Untersuchungen in Ansehung dieser Materie, und wie

weit

weit er darinnen gekommen, in seinen eigenen Schriften, oder in denen daraus gemachten Auszügen *), nachsehen. Es wird genug seyn, wenn ich hier nur so viel melde, es habe dieses scharfsinnige und gelehrte Mitglied der Academie, um einen gewissen Ton fest zu setzen, unter welchen man die gantze Reyhe derer tiefen Töne, und über ihm die Reyhe derer hohen Töne erhält, eine gewisse von ihm gemachte Anmerckung sehr nützlich angebracht, die ein nur in etwas aufmercksames Ohr allezeit auch machen kan, wenn es zwey Orgel-Pfeifen mit einander höret zusammen stimmen. Die Wiedervereinigung ihrer Schwingungen giebt sich durch einen etwas stärckern Ton zu erkennen; und die Zeit, welche zwischen einer und der andern solchen Wiedervereinigung verstreicht, ist zuweilen mercklich genung, daß sie kan abgemessen werden. Nun weiß man, aus der Natur derer Zusammenstimmungen eine von diesen beyden Pfeifen in eben derselben Zeit machen muß, binnen welcher die andere eine gewisse bestimmte Anzahl dererselben macht, daß nemlich z. E. die eine von zwey in der Octave zusammenstimmenden Pfeifen, unter der Zeit zwey Schwingungen zu machen pflegt, da die andere nur eine macht. Wenn nun die Zeit, zwischen der Wiedervereinigung der einen mit der andern mercklich genung seyn solte, so würde man also wissen können, wie viel Zeit von jener zu zwey Schwingungen, und von dieser um eine Schwingung zu machen, würde angewendet werden. Wenn nun also die Zeit,

*) In der Historie der Academie derer Wissenschafren, vom Jahr 1700. pag. 134.

binnen welcher die zu einem gewissen Ton erforderlichen Schwingungen geschehen, durch die Erfahrung bestimmet ist, und die Anzahl derer Schwingungen, welche zu denen andern Tönen unter eben derselben Zeit, erfordert werden, schon sonsten bekannt ist, sonimt der Herr SAUVEUR denjenigen zum beständigen Ton an, der in einer Secunde 100. Schwingungen macht, und denjenigen als die beständige hohe Octave, der darüber ist, das ist, den Ton, der 200. Schwingungen in einer Secunde macht; und denjenigen nennet er die beständige niedrige Octave, der darunter ist, oder den Ton, der 50. Schwingungen in einer Secunde macht.

Nachdem der Herr SAUVEUR aus der Erfahrung befunden, daß eine offene Orgel-Pfeife von ohngefehr 5. Schuhen, denjenigen beständigen Ton von sich gebe, dessen ich jetzo erwehnet habe, so verglich er diese Länge mit der Länge zweyer anderer Pfeiffen, dovon eine den allertiefsten, und die andere den allerhöchsten Ton von sich gab, den nur das menschliche Ohr unterscheiden kan; und nachdem er vermittelst der Vergleichung ihrer Grössen erforschet, wie viel Schwingungen eine jegliche in Zeit von einer Secunde machen könne, so fande er endlich, daß der tiefste Ton, den wir noch unterscheiden können, aus einem klingenden Cörper komme, der $12\frac{1}{2}$ Schwingungen in einer Secunde macht, und daß der höchste Ton in eben so viel Zeit 6400. Schwingungen mache, und weil $12\frac{1}{2}$ sich zu 6400. ohngefehr wie 1. zu 512. verhält, so kan man daraus den Schluß machen, daß das Ohr 512. Grad Empfindungen anzunehmen fähig sey.

Wenn

Wenn man einmal einen beständigen Ton vermittelst derer Orgel-Pfeifen erhalten hat, so kan man ihn für alle Gattungen von Instrumenten gebrauchen; denn eine Saite von einer Violine, eine Flöte, eine Schalmeye, u. d. gl. können mit der Pfeife, die den beständigen Ton angeben wird, einen gleichen Klang annehmen.

Die Grösse derer Schwingungen thut nichts zu dem Ton: wenn der klingende Cörper kaum ist berühret worden, so sind sie gleich anfänglich von einem weitern Umfang, und der Schall ist daher stärcker; ohnerachtet sie aber nachhero kleiner werden, und folglich der Schall schwächer wird, so bleibet dennoch der Ton bis zum Ende überein, weil die Schwingungen, ob sie gleich zuletzt nicht so groß sind, als im Anfang, dennoch allezeit von gleicher Dauer zu seyn pflegen, als welches eben die Eigenschaft derer mit einer Schnellkraft begabten Cörper ist. Inzwischen muß dieses nur von dem Haupt-Klang verstanden werden, nemlich von demjenigen, den ein jegliches Ohr höret, so bald man an den klingenden Cörper angeschlagen hat; denn wenn man genau er darauf Achtung giebt, sonderlich aber, wenn nach gerade der Haupt-Klang abnimmt, so bemercket man sehr oft auch andere Töne, davon wir nachhero Rechenschaft zu geben uns bemühen wollen.

Eine Saite macht allezeit mehrere Schwingungen, und giebt folglich einen desto höhern Ton, je kürtzer oder zärter sie ist, oder je stärcker man sie auch gespannet hat. Wenn man also deren zwey, die von einerley Materie sind, mit einander zusammen stimmen will, so muß man auf diese 3. Stücke sehen, nemlich auf ihre Länge, ihre Dicke, und ihren Grad der Spannung.

1. Wenn zwey gleich-lange und gleich-dicke Saiten, nur bloß in Ansehung des Grads der Spannung von einander abgehen, so verhalten sich ihre Schwingungen, in Ansehung der Anzahl, wie die Quadrat-Wurtzeln derer Kräfte, von denen sie gespannet gehalten werden. Das ist, wenn sie durch Gewichte angezogen wären, und zwar die eine durch 1. Pfund, die andere aber durch ein Gewicht von 4. Pfund, so würden die Schwingungen dieser beyden Saiten, in Ansehung der Anzahl, sich wie 2. zu 1 verhalten, weil 2. die Quadrat-Wurtzel von 4. und 2. die Quadrat-Wurtzel von 1. ist; und nach eben diesem Grundsatz würden ferner die Schwingungen sich wie 3. zu 2. verhalten, wenn von denen Gewichten, welche die Saite anziehen eins 9. Pfund, und das andere 4. Pfund halten solte, weil 3. die Quadrat-Wurtzel von 9. und 2. die Quadrat-Wurtzel von 4. ist.

2. Wenn gleich-dicke und gleich-gespannete Saiten nur in Ansehung der Länge von einander unterschieden sind, so ist die Anzahl ihrer Schwingungen, zu einerley Zeit, in ratione inuersa, ihrer Länge. Das ist, diejenige, welche kürtzer ist, macht noch einmal so viel Schwingungen, als die andere; und diejenige, so sich zu der andern wie 2. zu 3. verhält, macht auch 3. Schwingungen gegen 2. und s. w.

3. Wenn die Saiten nur in Ansehung der Dicke von einander unterschieden sind, so machen sie Schwingungen, deren Anzahl in ratione reciproca derer Durchmesser ist. Das ist, wenn eine von beyden noch einmal so dicke ist, als die andere, so macht sie halb so viel Schwingungen in einer gewissen gegebenen Zeit. Wenn die Durchmesser sich wie 3. zu 2. gegen einander ver-

verhalten, so macht die dickere von diesen beyden nur 2. Schwingungen gegen 3. u. s. w.

Das sechste Experiment.

Vorbereitung.

Die dritte Figur. *Tab. XIX.* stellet ein Instrument für, das man einen Schall Messer (Sonometrum) nennen kan, weil es zur Abmessung und Vergleichung derer Schalle dienet. Es ist solches ein langer Kasten, der auf einem Gestelle stehet, welches aus zwey Füssen und einem Queer-Stück zusammen gesetzt ist: Die Decke, so aus Tannen-Holtz verfertiget ist, kan 3. Schuh lang, und 4. Zoll breit seyn, und ist zugleich mit 3. Rosen durchbrochen, ohngefehr wie diejenige, so sich auf einer Cyther, oder an einer Kinder-Trommel befindet. An dem einen Ende dieses Kastens befinden sich 2. wincklichte Hebel, die denenjenigen gleich sind, deren man sich zur Anziehung derer Glöckgen in denen Zimmern bedienet, und deren Arme einen geraden Winckel machen. An diesen Armen sind auf einer Seite zwey Gewichte, A und B, befestiget, die man verändern kan; und an der andern Seite sind 2. Saiten von einer Baßgeige angeknüpfet, die mit denen Wirbeln, C, D,

so sich an dem andern Ende des Kastens befinden, ausgespannet werden. Diese beyde Saiten laufen über 2. fest gemachte Stege, E und F, welche sie kaum berühren, und auf welchen man sie, nachdem sie erstlich angezogen worden, vermittelst einer Schraube zurück hält, die ein kleines Stückgen Holtz in die Höhe treibt. Es befindet sich auch noch ein anderer Steg, G, dabey, den man in einer Fuge, von einem Ende des Kastens bis zum andern, hin und her schieben kan, und dessen Rand in Zolle und Linien abgetheilet ist, daß wenn man also mit der Spitze eines Fingers nur ein wenig auf eine von denen beyden Saiten drücket, dieselbe mit der andern in ein jegliches Verhältniß der Länge kan gebracht werden, das man nur verlanget, ohne daß ihr Grad der Spannung mercklich verändert wird. Wenn man nun die Saiten in bekannten Verhältnissen anziehen will, so hänget man solche Gewichte in A und B, deren Schwehre man vorher weiß, und drehet die Wirbel C und D so lange herum, bis die Arme derer Hebel, so wol mit denen klingenden Saiten, als mit denen daran die Gewichte hangen, gerade Winckel machen.

Würckungen.

1. Wenn die beyde Saiten von einerley Di-

cke, und mit gleichen Gewichten gespannet sind, so werden sie einstimmig seyn; ist eine halb so lang als die andere, so geben sie die Octave, und wenn eine um $\frac{1}{3}$ kürtzer ist, die Quinte.

2. Wenn beyde Saiten von gleicher Länge und Stärcke sind, so stimmen sie in der Octave zusammen, so fern die eine durch ein Gewicht von 1. Pfund, und die andere durch ein Gewicht von 4. Pfund angezogen wird: hingegen stimmen sie in der Quinte zusammen, wenn von denen beyden Gewichten, die sie gespannet halten, das eine 4. und das andere 9. Pfund hält.

3. Wenn beyde Saiten überein lang, und durch gleiche Gewichte gespannet sind, so stimmen sie in der Octave zusammen, so fern die eine noch einmal so starck ist, als die andere, und in der Quinte, wenn der Durchmesser der einen sich zu des andern seinen wie 3. zu 2. verhält.

Erklärungen.

Es ist bereits aus allen dem, was ich bisher gesagt, zur Gnüge bekannt, daß die Töne aus einer gewissen Anzahl von Schwingungen entstehen, die der klingende Cörper in einer bestimmten Zeit macht, und daß die Zusammenstimmungen nichts anders sind, als gewisse Verhältnisse dieser Anzahl derer Schwingungen gegen einander. Weil ich nun also weiß, daß die Octave sich allezeit muß hören lassen, wenn 2. Schwingungen gegen eine geschehen; die Quinte, wenn deren 3. gegen 2. geschehen, u. s. w. so kan ich daher aus denen Zu-

sammenstimmungen, die ich höre, gantz sicher auf diese Verhältnisse schliessen. Wenn demnach die beyden Saiten meines Sonometers einstimmig sind, es mag nun auch die Länge, Stärcke oder Spannung einer jeden beschaffen seyn wie sie will, so ist es gewiß, daß ihre Schwingungen in einerley Zeit geschehen, das ist, daß allezeit eine gegen eine, oder einerley Anzahl zu gleicher Zeit erfolget: und eben so kan ich auch sagen, wenn sie in der Octave, oder in der Quinte, u. s. w. zusammen stimmen, es rühre solches davon her, weil die Schwingungen, so sie in einer gegebenen Zeit machen, sich wie 1. zu 2. wie 3 zu 2. u. s. w. gegen einander verhalten.

Nun hat man aus denen vorhergehenden Erfolgen gesehen, daß, wenn man die Länge, die Stärcke und den Grad der Spannung derer Saiten, wie wir kurtz vorher gemeldet haben, ordentlich einrichtet, welches allerdings muste beobachtet werden, um gewisse Verhältnisse in der Anzahl derer Schwingungen zu erhalten, daß, sage ich, so denn hieraus Zusammenstimmungen entstehen, die wesentlich von diesen Verhältnissen herrühren, und ohne dieselben nicht erfolgen. Solchemnach ist also durch unser Experiment deutlich erwiesen, daß die Schwingungen, wie wir bereits gesagt haben, um so viel schneller erfolgen, je kürtzer und zärter die klingende Saite ist, und je schärfer man sie angezogen hat, wie auch, daß ihre Menge sich nach denen von uns fest gesetzten Verhältnissen richte.

Dasjenige, was die Erfahrung in dieser Absicht zeiget, stimmet vollkommen mit der Vernunft überein. Denn weil alle mit einer Schnellkraft begabte Cörper um so viel schnellere Schwingungen haben, je steifer ihre Theile sind, so muß auch eine Saite die stärcker angezogen

zogen ist, und deren Theile mehr ausgedehnet sind, viel schnellere Schwingungen machen, mithin einen höhern Klang herfür bringen; und hingegen diejenige, welche weniger gespannet ist, und deren Theile schlaffer sind, muß langsamere Schwingungen haben, wodurch sie einen tiefern Klang erhält. Nun ist aber eine Saite weniger gespannet, als eine andere, ob sie gleich mit einerley Grad der Stärcke angezogen ist, wenn sie entweder länger, oder dicker ist, weil alsdenn die Kraft, welche sie ausdehnet, gegen eine grössere Anzahl von Theilen würcket, die ihr Vermögen mehr zertrennen, und folglich muß sich ein jeder derer selben, wenn er als eine kleine elastische Feder betrachtet wird, sich weniger gespannet befinden, als er sonst seyn würde, wenn er ein Theil von einer zärtern oder kürtzern Saite wäre.

Anwendungen.

Das vorhergehende Experiment lehret uns, warum bey allen musicalischen Instrumenten der klingende Theil, das ist, derjenige, den man berühret, um den Klang zu erregen, allezeit so eingerichtet sey, daß man mit leichter Mühe die Länge oder den Grad der Spannung derer selben verändern kan. Denn durch diese beyde Mittel sind sie eigentlich geschickt, die Composition des Musici behörig auszudrücken. Die zärtesten Saiten einer Leyer, z. E. wenn sie einstimmig worden sind, drücken die Melodien aus, weil die kleinen Höltzer, womit sie berühret werden, und die man heraustreibt, sie mehr oder weniger abkürtzen, damit also der verschiedene Ton entstehe. Bey der Baßgeige vertreten die Finger die Stelle solcher kleinen Höltzer, indem sie die Saiten auf die an dem Hals

befindliche Abtheilungen niederdrücken. Bey dem Clavecymbel, wo eine jegliche Saite nur auf einen Ton eingerichtet ist, gründet sich die Stärcke derer sämmtlichen Stimmen auf eine grössere Anzahl von Saiten, und deren verschiedene Länge und Dicke.

Bey denen Instrumenten, die geblasen werden, erlanget man gleichfals eine Reyhe von tiefern oder höhern Tönen, vermittelst der Veränderung derer Grössen des klingenden Cörpers. Eine Flöte, oder eine kleine Pfeife (Flaschenet), enthält eine Säule von Luft in sich, welche eigentlich zu reden der klingende Theil dieses Instruments ist, wie ich bereits oben gesagt habe. Diese Luft-Säule aber verändert in gewisser masse die Länge, nach der Anzahl derer Löcher, die man aufmacht oder zuhält, weil ein jegliches von diesen Löchern, indem es eine Gemeinschaft zwischen der äussern, und der in der Pfeife eingeschlossenen Luft veranlasset, alsdenn verhindert, daß diese letztere die Schwingungen, so aus dem Mundstück kommen, nicht in ihren gantzen Umfang, oder auf eine vollständige Art, annehmen kan *).

Das Werckzeug der Stimme könte mit denen Instrumenten, so man blasen muß, verglichen werden, soferne man wenigstens keine allzugenaue Gleichheit fordern würde; denn wir sehen nicht, daß die Kunst noch jemals einiges Werckzeug herfürgebracht habe, das der Natur so gar nahe kommt. Die Luft-Röhre, *Gz, Hh, Fig. 5. Tab. XVIII.* derjenige Canal, wodurch die Luft, welche wir ein- und ausathmen, in

die

*) Siehe die Erklärung des Herrn EULER, in seinem Tentamine novo Theoriæ Musicæ.

die Lunge gelanget, endiget sich nach dem Munde zu mit einer kleinen ovalen Oefnung K, die man *Glottis* nennet. Die Aehnlichkeit zwischen derselben und einer Flöte, hat vor Alters Anlaß gegeben zu glauben, es formire sich die Stimme in diesem Theil eben so, wie der Schall in dergleichen Instrumenten herfürgebracht wird. Als aber der Herr DODART überlegte, daß der Schall einer Flöte durch die hineingehende Luft erreget werde, da hingegen die Stimme gemeiniglich durch die aus der Luft-Röhre herausgehende Luft erwecket wird, so bewegte ihn solches mit aller Wahrscheinlichkeit zu glauben, der oberste Theil der Luft-Röhre, mit seiner ovalen Oefnung (glottis) das Haupt-Werckzeug sey, und der daran befindliche Canal nur bloß die Stelle eines Sprach-Rohrs vertrete.

Nach dem Lehrgebäude dieses geschickten Naturkündigers *) werden tiefere oder höhere Schalle durch die Luft herfürgebracht, indem sie mit mehrerer oder wenigerer Geschwindigkeit durch vorbesagte ovale Oefnung gehet, die sich deßwegen erweitern und enger zusammenziehen kan. Der auf solche Weise formirte Schall macht in der Höle des Mundes und der Nasen einen Wiederschall, und indem er aus derselben herausgehet, so wird, vermittelst der Bewegung der Zunge und derer Lippen, eine deutliche Aussprache zuwege gebracht. Solchemnach liefert die Luft-Röhre eigentlich die Luft, die oberste Oefnung derselben formiret die Stimme und reguliret ihren Ton, die Zunge aber und die Lippen machen Worte daraus.

Dieses

*) Siehe die Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1700. pag. 244.

Dieses ist nun zwar, wendet man hierbey ein, die gewöhnliche Beschaffenheit, wie es mit dieser Sache ergehet; man kan aber inzwischen auch unter dem Athemholen reden und singen, und es giebt Leute, die entweder durch eine langwierige Gewohnheit, oder vermittelst einer gewissen Disposition derer Werckzeuge, eine gelinde und gedämpfte Stimme hören lassen, welche durch die Luft, so in die Luft-Röhre hinabgehet, formiret wird, denen man daher den Nahmen derer Bauch-Redner beylegt. Diese hielt man ehemals für Zauberer, oder vom Teufel Besessene; ja es finden sich auch so gar gelehrte Schriftsteller *), die, dem Ansehen nach, durch diese Art zu reden sich eben so wol haben betriegen lassen, wie der gemeine Mann dadurch ist hintergangen worden.

Wenn man die verschiedenen Töne, bey dem reden oder singen, denen mancherley Eröfnungen des obersten Theils der Luft-Röhre (glottis) soll zuschreiben, so muß ihr kleiner Durchmesser, der höchstens nur eine Linie beträgt, nach des Herrn DODART seiner Ausrechnung, der Länge nach sich 9632mal verändern können, um allen denen verschiedenen Veränderungen derer Töne zu statten zu kommen, welche die menschliche Stimme anzunehmen fähig ist. Kan nun aber wol eine solche Vertheilung in einem so kleinen Umfang statt haben? wenigstens ist es sehr schwer zu begreifen. Wird denn also wohl die oberste Oefnung an der Luft-Röhre die Stelle des Mundstücks an einer Schallmeye oder Sackpfeife vertreten, welches,

*) LIRANUS in Cap. XVIII. Deuteron. CASSERIUS de vocis organo.

ches, bekanntermassen, nur bloß den Schall, nicht aber die Töne herfürbringt; und wird denn der Canal des Mundes, der sich, nach der verschiedenen Beschaffenheit derer Töne, verlängert, verkürtzet und erweitert, die Stelle des Rohres einer Schallmeye oder Sackpfeife vertreten, welches mehr oder weniger Luft in sich enthält, und dadurch einen tiefern oder höhern Ton herfürzubringen geschickt wird? oder werden nicht vielmehr diese beyde Theile das ihrige zur Bildung derer Töne gemeinschaftlich beytragen, der eine als ein Mundstück einer Schallmeye, das weiter oder enger, auch mehr oder weniger elastisch werden möchte, der andere aber als ein Rohr, das seine Ausdehnung verändern möchte.

Der Herr FERREIN, hat uns nur kürtzlich ein grosses Licht in Ansehung dieser Frage gegeben, indem er durch eben so gewisse und entscheidende, als scharfsinnige und behutsam angestellete Experimente bewiesen, daß die beyden Lippen der ovalen Oefnung der Luft-Röhre keineswegs auf die Art, wie das Mundstück einer Schallmeye aneinander anschlagen, sondern daß eine jegliche dererselben, wenn sie von der aus der Lunge herfürkommenden Luft ist angestossen oder gerieben worden, einen Schall von sich gebe, wie eine Saite, darüber man mit einem Fiedelbogen hinstreicht. Seine Beobachtungen haben ihm zu erkennen gegeben, daß die Ränder dieser beyden Lippen sennenhafte Bänder sind, welche von beyden Seiten an Knorpel befestiget sind, die dazu dienen, daß sie mehr oder weniger können gespannet werden. Er findet also in diesen verschiedenen Graden der Spannung, deren diese Theile fähig sind, eine natürliche Erklärung

von

von allen Tönen, welche die menschliche Stimme anzunehmen geschickt ist; denn es ist schon überhaupt bekannt, daß eine mehr, oder weniger gespannete Saite einen höhern oder tiefern Ton von sich gebe.

Wie hat nun aber der Herr FERREIN erfahren können, daß die beyden Lippen der obersten Oefnung der Luft-Röhre nicht aneinander anschlagen; daß die blosse engere Zusammenziehung dieses Theils nicht hinlänglich sey, die Stimme aus tiefern Tönen in höhere zu bringen; und daß die aus der Lunge durch die Luft-Röhre herausgetriebene Luft, diesen sennichten Bändern, die er deßwegen hell- oder laut klingende Saiten (cordes vocales) genennet, eine schwingende Bewegung beybringe? müste er nicht die Action dieser Theile selbst gesehen haben, wenn er die Art, wie sie geschiehet, beurtheilen wolte? und wie kan man eine künstliche mechanische Einrichtung zu Gesichte bekommen, die von der Natur vor unsern Augen ist verborgen worden?

Weil der scharfsinnige Erfinder dieser Entdeckungen dergleichen Experimente bey lebendigen Cörpern nicht anstellen konte, so gedachte er auf eine Art, die Stimme bey Todten zuwege zu bringen. Er fügte nemlich einen Blasbalg an gantz frische Luft-Röhren: die Luft, welche er sehr schnell durch die oberste Oefnung der Luft-Röhre heraustrieb, brachte Schalle zuwege, und seine Muthmassungen wurden also zu gewissen Erkenntnissen. Siehe die Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften vom Jahr 1741. p. 409.

Wenn die Stimme einmal formiret, und ihr Ton eingerichtet ist, so muß dieselbe, wenn sie angenehm

seyn

seyn soll, durch den Mund und die Nase herausgehen: wenn sie keinen Wiederschall in einer von diesen beyden Hölen macht, so ist sie gantz anders beschaffen, als sie gewöhnlichermassen zu seyn pflegt. Man höret also nicht gern jemand reden, oder singen, wenn ihm die Nasenlöcher verstopfet sind, und sagt daher gemeiniglich, er rede durch die Nase, welcher Ausdruck aber, wie man leicht erkennet, die Sache gar nicht recht erkläret, weil man also diesen Vorwurf bekommt, wenn man gar nicht durch dieselbe redet.

Man kan mit leichter Mühe einsehen, wie zwey klingende Cörper ihre Schwingungen besonders verrichten; wie z. E. einer von beyden deren 4. zu Ende bringt, ehe der andere nur 2. oder 3. macht, weil die Menge solcher Schwingungen von einem gewissen Grad der Schnellkraft herrühret, die ein jeder vor sich besonders hat. Wie gehet es aber zu, daß zwey verschiedene Töne zu gleicher Zeit, in einerley Luft sich erhalten, wenn dieselben aus einer bestimmten Anzahl von Schwingungen bestehen, die nicht sowol in der Luft, als in dem klingenden Cörper geschehen? Wie kan einerley Masse von Luft deutlich und zu gleicher Zeit den Klang von zwey Saiten hören lassen, deren eine die Octave von der andern ist, wenn diese 100. und die andere 200. Schwingungen in einer Secunde erfordert?

Dieses ist nur noch die Helfte der Schwierigkeit; denn wenn sich auch diese beyden Bewegungen eben derselben Luft solten mittheilen, und ohne einige Vermischung in derselben erhalten, so ist noch übrig zu wissen, wie es eigentlich zugehe, daß das Werckzeug,

wel-

welches zu gleicher Zeit zwey Eindrücke erhält, dennoch von allen beyden keine vermischte oder zusammengesetzte Empfindung verspühre, wie das Auge eine grüne Farbe siehet, wenn es zu gleicher Zeit von zweyen Strahlen berühret wird, deren einer gelbe, und der andere blau ist.

Man hat sich niemals sonderlich Mühe gegeben, die letztere von diesen beyden Fragen zu beantworten: was aber die erstere anbelangt, so hat man behauptet, daß solches dadurch geschehe, indem man die Bewegung der Luft, welche die Schalle hindurch gehen lässet, mit denen runden Kreisen vergliche, die man in einem stillstehenden Wasser erreget, wenn man Steine hinein wirft. Denn, sagt man, gleichwie diese runde Kreise sich durchschneiden, ohne daß sie sich zusammen vermischen, und sich bis an den Rand des Behälters ausbreiten, auf eben solche Weise nimmt auch die Luft verschiedene Töne zugleich auf, und lässet sie, ohne alle Vermischung, bis an das Ohre hindurch gehen.

Allein, ausser dem daß dieses nicht heißt eine Erklärung von einer Erscheinung geben, wenn man sie nur mit einer andern vergleicht, so ist auch diese Vergleichung noch selbst mangelhaft, und man siehet, daß die gantze Aehnlichkeit verschwindet, wenn auf die wesentliche Beschaffenheit derer Bewegungen von beyden Seiten achtung giebt.

Wenn ein Stein in das Wasser fällt, so drückt er denjenigen Theil des Wassers nieder, der sich gerade unter ihm befindet, und zugleicher Zeit treibet er die um sich herum befindliche Theile in die Höhe; ein jeder von diesen empor getriebenen Theilen fällt sehr

schleu-

schleunig wiederum tiefer nieder, als sein schnur-gerader Stand, und macht, daß der unmittelbar darauf folgende sich erhebet, welches so lange anhält, bis alles wieder sein Gleichgewicht erlanget hat. Da nun dieses aufsteigen und niedersincken innerhalb einer grossen Menge von Strahlen geschiehet, die aus einem gemeinschaftlichen Mittelpunct herfürgehen, so stellen sie dem Auge diejenigen runden Kreise für, davon hier die Rede ist, die, nach dem Maaß wie sie sich ausbreiten, immer schwächer werden, auch zugleich um so viel langsamer entstehen, je schwächer sie sind, es mag nun solches entweder von der Ursache herrühren, die sie herfür bringt, oder von dem Weg, den sie schon zurück gelegt haben. Mit der Bewegung des Schalles verhält es sich hingegen gantz anders: diese bestehet in Schwingungen eines elastischen flüßigen Wesens, die mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit hindurch gehen, und weder geschwinder, noch langsamer werden, wenn sich ihre Grösse in etwas verändert hat.

Ausser diesem, wenn sich die runden Kreise durchschneiden, so kan man nicht läugnen, daß die Bewegung an dem Orte des Stosses gar nicht aus Massen und Geschwindigkeiten derer einander entgegen kommenden Theile zusammen gesetzt sey, und daß ein auf diesen Durchschnitts-Punct gestelleter Cörper keineswegs eine zusammen gesetzte Bewegung annehme: Hingegen verhält es sich wiederum gantz anders mit 2. Schallen, die gegen einerley Werckzeug würcken; ein jeglicher macht seinen Eindruck, als ob er allein wäre, und das Ohr unterscheidet sie durch zwey gantz besondere, obgleich zu einer Zeit erfolgende Empfindungen. Also erkläret das Gleichniß von denen runden Kreissen

im Wasser gar nichts, und lässet die beyden von mir angeführten Schwierigkeiten unerörtert.

Nachdem der Herr von MAIRAN deutliche Beweise von dieser Ungleichheit beygebracht, so trägt er ein Lehrgebäude für, das so deutlich und ungekünstelt, aber auch zu gleicher Zeit so glücklich ausgesonnen ist, daß man gar bald vergißt, daß es nur ein willkührlich angenommener Satz sey, wenn man es bey denen Erscheinungen anwendet; es hat dieses mit dem Lehrgebäude von denen Farben gemein, gleichwie sein Urheber dem NEWTON inverschiedenen Stellen sehr gleich kommt.

Wenn die Frage zu entscheiden wäre, ob die kleinsten Stäubgen, woraus die Masse der Luft zusammen gesetzt ist, einander allesamt gleich sind, oder ob sich, nach allen denen mancherley Graden, auch kleinere, als die andere, darinnen befinden, und man müste eine von diesen beyden Meynungen annehmen, auf welche Seite würde man sich wohl wenden müssen? und welche möchte wohl die meiste Wahrscheinlichkeit für sich haben? Da diese Stäubgen nur zufällige Zusammensetzungen derer zärtesten Theilgen sind, die sich durch tausend verschiedene Ursachen mit einander vereinigen, und wieder aus einander gehen, solte man deßwegen nicht vielmehr bewogen werden zu glauben, daß sie in Ansehung der Grösse unendlich von einander unterschieden wären, als daß man ohne alle Absicht sich einbilden möchte, sie wären einander vollkommen gleich?

Dieser Gedancke, worauf sich das gantze Lehrgebäude des Herrn von MAIRAN gründet, ist der einige, der nur wahrscheinlich ist; alle die andern sind solche unumgängliche Folgerungen aus diesem Grundsatz, (wenn man denselben einmal annimmt,) daß man sie nicht abläugnen kan.

Wenn

Wenn die kleinsten Stäubgen der Luft der Grösse nach von einander unterschieden sind, so sind sie es auch in Ansehung ihrer Grade der Schnellkraft, gleichwie aus einer stählernen Platte verschiedene Federn würden erhalten werden, deren einige steifer seyn würden, als die andern, wenn man sie in ungleiche Stücke zertheilen solte. Es muß also ein klingender Cörper überall, wo man ihn nur hinstellet in der gemeinschaftlichen Masse solche Luft-Theilgen antreffen, deren Schnellkraft der ihrigen gleich kommt, und die folglich geschickt sind seine Schwingungen aufzunehmen, zu erhalten und hindurch zu lassen. Solchergestalt lassen sich zwey Saiten von verschiedenen Tönen durch einerley Masse von Luft hören, aber nur durch verschiedene Theile derselben. Nach dieser Erklärung wird man leichtlich erkennen, wie es zugehe, daß sich die Töne in demjenigen flüßigen Wesen, welches sie hindurch gehen lässet, nicht unter einander vermischen; denn auf solche Weise kan dieses flüßige Wesen, in Ansehung seiner verschiedenen Theile, sich solchen Schwingungen überlassen, die öfterer geschehen, als andere.

Was den Eindruck des Schalles auf das Werckzeug betrifft, so muß man sich erinnern, daß das Schnecken-förmig gewundene Häutgen, das man als den fürnehmsten Theil anzusehen hat, aus einer Zusammenfügung von Fäsergen bestehe, die im Fortgehen, von der Grundfläche der Schnecke bis zu ihrer Spitze, immer kürtzer werden, wie ohngefehr die Saiten einer Harfe, oder eines Clavecymbels; ein jegliches derer-selben hat eine seiner Länge gemässe Elasticität, wodurch es geschickt gemacht wird, daß es nur für sich al-

lein durch eine gewisse Anzahl von Schwingungen kan erschüttert werden. Wenn also zwey Töne zu gleicher Zeit an das Werckzeug des Gehörs gelangen, so macht ein jeder dererselben seinen Eindruck in diejenigen Fäsergen, deren Schnellkraft mit der Menge seiner Schwingungen überein kommt; und diese beyde von einander abgesonderte Empfindungen bringen auch zwey deutlich unterschiedene Vorstellungen zuwege: mit einem Wort, es ereignet sich bey denen Fäsergen des Schnecken-förmig gewundenen Häutgens eben das, was man bey denen Saiten eines Clavecymbels, oder eines jeglichen andern klingenden Cörpers wahrnimmt, deren Ton man höret. Wenn man nemlich eine Saite berühret, so macht man, daß diejenige, welche einerley Klang mit derselben hat, nicht allein auf eben diesem Instrument, sondern auch auf einem andern nahe dabey stehenden, ebenfalls einen Klang von sich giebt: wenn man in einem Gewölbe, wo viele gläserne Geschirre stehen, in dem Laden eines Kupferschmiedes, in einer Werckstatt, wo viele hole Gefässe sind, sehr starck redet, so höret man allezeit einige Stücke einen Schall von sich geben, da inzwischen die andern gantz stille verbleiben; und wenn man den Ton verändert, so antwortet gleichsam ein anderes Stücke.

Wie ist es aber möglich, wird man sagen, daß eine Saite, die man in Bewegung setzet, eigentlich diejenigen Luft-Stäubgen aufsuchet, die sich vor sie schicken; und daß die in dem Ohr befindliche Luft, die ihre Bewegung mitten durch das Trommel-Häutgen erhält, mit einer gleichen Wahl diejenigen Fäsergen

fergen angreift, die nur einen gewissen Schall zu empfinden geschickt sind.

Es wählet zwar diese Saite in der That gar nicht, und die in dem Ohr eingeschlossene Luft stößet auch überall an das gantze Schneckenförmig gewundene Häutgen an; die Würckungen aber sind eben so beschaffen, als wenn eine Wahl dabey vorgienge: denn obgleich etliche Cörper, welche verschiedene Grade der Schnellkraft haben, ihre Schwingungen zu gleicher Zeit anfangen, so können dennoch diese, so fern die Ursache, welche sie unterhält, auf einen gewissen Grad der Menge beruhet, nur allein in solchen fort gesetzet werden, deren Schnellkraft mit dieser Menge überein kommt, weil diejenigen, die von solcher Beschaffenheit seyn möchten, daß sie z. E. anderthalb Schwingungen gegen eine machten, sich nicht zu eben der Zeit, wie die andern, wieder frey befinden würden, um den zweyten Antrieb aufzunehmen, und ihre Bewegung müste also schwächer werden, oder gar aufhören. Es würcket also der klingende Cörper anfänglich in alle kleineste Theile der Luft, die sich um ihn herum befinden, aber er setzet seine Würckungen nur gegen diejenigen mit Nachdruck fort, die geschickt sind, sich eigentlich eben so, wie er selbst, zu bewegen. Auf gleiche Weise verhält es sich mit denen Fäsergen des Schnecken-förmig gewundenen Häutgens, und da unsere Empfindungen nur allein durch eine Erschütterung von einer gewissen Dauer vollendet werden, so ist der erstere Stoß, wodurch der gantze Theil ohne Unterschied angegriffen wird, bereits fürüber gegangen,

wenn die Seele den Eindruck wahrnimmt, der bis auf diejenigen Fäsergen fortgesetzet wird, welche diese Gattung der Bewegung anzunehmen geschickt sind.

Man darf inzwischen keineswegs glauben, daß eine Saite, die man klingend macht, nur bloß und allein diejenigen Luft-Theilgen in Bewegung setze und darinnen erhalte, die mit ihrer Schnellkraft eine genaue Aehnlichkeit haben; vielmehr würcket sie auch in diejenigen, so harmonisch sind, das ist, deren Schwingungen, nach einer gewissen Anzahl, wieder mit der Saite ihren anfangen, ja sie würcket allezeit stärcker in diejenigen, so mehr harmonisch sind, oder welche sich am nächsten bey derselben befinden, daß diese Schwingungen wieder hinein gehen können. Es macht also eine eintzige Saite, daß gleich Anfangs diejenigen Luft-Theilgen viel stärcker als die andern, erklingen, die eben so viel Schwingungen zu machen geschickt sind, als sie selbst herfür bringt, und hieraus entstehet der Haupt-Ton; nachhero, und zwar etwas schwächer, diejenigen, welche nur eine Schwingung gegen 2. machen; nach diesen, und zwar noch schwächer diejenigen, die nur 2. Schwingungen gegen 3. machen, u. s. w. daß man also sagen kan, es mache ein eintziger und eben derselbe klingende Cörper allezeit ein kleines Concert. In der That werden zwar diese harmonischen Schalle durch den Haupt-Ton unterdrücket; wenn aber dieser anfängt schwächer zu werden, so wird es einem nur in etwas zarten Ohre nicht schwehr werden sie zu unterscheiden.

Hier möchte man nun wohl ferner fragen: 1) Warum wir einen Schall nur einmal hören, da wir doch zwey Ohren haben, deren eines eben so empfindlich ist als das andere. 2) Warum unter so verschiedenen Tönen einige, von gewissen Leuten, die ein schwehres Gehör haben, besser können gehöret werden als andere. 3) Wie es zugehe, daß die Geräusche oder Schalle von einer gewissen Gattung, oder einer gewissen Stärcke, uns innerlich bewegen, und entweder angenehm oder zuwider sind.

Die einfache Beschaffenheit der Empfindung, ob sie gleich durch zwey unterschiedene Eindrücke ist hervor gebracht worden, rühret ohne Zweifel daher, weil der Schall solche Theile angreift, die einander vollkommen gleich sind, und in dem Gehirn einen gemeinschaftlichen Punct der Wiedervereinigung haben; und es ist zu vermuthen, daß man nicht würde in dem einen von beyden Ohren den Schall hören, der z. E. auf einer Seite an die 4te Faser, und auf der andern an die 6te Faser des Schnecken-förmig gewundenen Häutgens anschlagen möchte. Es ist dieses nicht das eintzige Exempel, das man von zwey gleichen Werckzeugen in der Natur hat, die nur einmal ihr Object vorstellen, ohnerachtet sie überein thätig sind. Wir sehen ordentlicher Weise nicht doppelt, ob es gleich vollkommen richtig ist, daß das Bild überein in beyden Augen vorgestellet werde, und dieses rühret von einerley Ursache, mit der eben jetzo angeführten her, die ich umständlicher erläutern werde, wenn ich von den Sachen handle.

Diejenige Kraft, welche gewisse Schalle vorzüglich vor andern, die auch wohl bisweilen stärcker sind, zu äussern pflegen, könte wohl einigen Fehler an denen Schnecken-förmig gewundenen Häutgen, der sich nicht durchaus über dasselbe erstrecket, zugeschrieben werden. Wenn z. E. die beyden äussersten Ende dieses Theils, durch einigen ungefähren Zufall solten weniger empfindlich worden seyn, als der mittlere, so würde die Person, so dergleichen Beschwehrungen haben möchte, nur die mittlern Töne, zwischen denen tiefern und höhern, deutlich hören; und unter der grossen Anzahl von Menschen, die ihr vorkommen würden, dürfte sie ohnfehlbar einen antreffen, dessen Ton der Stimme an diesen gesünden Theil gelangen möchte, und den sie also verstehen würde, ohne daß er, wider seine Gewohnheit stärcker zu reden brauchte

Endlich lassen sich auch diejenigen Bewegungen, so wir in uns selber innerlich empfinden, wenn wir Schalle oder Geräusche von einer besondern Gattung hören, gar leicht erklären, (wenn man nur um die allgemeine Ursache bekümmert ist,) und zwar aus denen verschiedenen Eindrücken, so in dem Zusammenhang derer Nerven geschehen, die sich gewöhnlichermassen durch alle Theile unseres Cörpers ausbreiten. Denn einige Nerven sind dicker und länger als die andern, nach Art derer verschiedentlich gespanneten elastischen Saiten. Nun ist es fast unmöglich, daß unter allen Gattungen derer Erschütterungen, so die klingenden Cörper in der Luft erregen können, die uns von allen Seiten berühret, sich nicht eine oder

die andere finden solte, welche die nervenhaften Fäsergen gewisser Theile nicht solten anzunehmen fähig seyn. Ist nun der Eindruck sanft und gemässigt, so empfinden wir ihn mit Vergnügen; ist er aber allzustarck, daß er die Einrichtung derer Theile zu zerstöhren, oder in Unordnung zu bringen sucht, so wird er der Seele, welche auf die Erhaltung des Cörpers beständig bedacht ist, zuwider und sie beunruhiget sich darüber; und dieses nennet man Verdruß oder Schmertzen.

Hieraus siehet man überhaupt, wie die Schalle, nach ihrer verschiedenen Gattung, unsere Leydenschaften bewegen; gewisse Melodien erregen in dem Hertzen eine Zärtlichkeit und eine Liebe zur Wollust; andere erwecken die Kühnheit und den Muth; diese die Traurigkeit, jene die Frölichkeit, u. s. w. Wenn man aber die nahen Ursachen anzeigen, und ausdrücklich sagen solte, warum diese Music auf solche Weise, jene aber auf eine andere, das Gemüth in Bewegung setze, so halte ich dafür, daß es ein verwegenes Unterfangen seyn würde; man müste erst unser eigenes Wesen, und die Verbindung so sich zwischen unsern verschiedenen Kräften findet, weit gründlicher erkennen.

Die Begebenheit mit der Tarantul, die man eine geraume Zeit für verdächtig gehalten, und die anjetzo fast niemand mehr läugnet, ist ein recht sonderbares Beyspiel von denen Würckungen der Music in den menschlichen Cörper: der Stich dieses Insects, welches eine Gattung von grossen Spinnen ist, die in Italien sehr gemein sind, vergiftet das Blut, und ver-

ursachet sehr schlimme Zufälle, die öfters gar einen tödtlichen Ausgang nehmen. Wenn man bemercket, daß jemand mit dieser Kranckheit behaftet sey, so macht man in seiner Gegenwart einen Versuch mit verschiedenen Melodien, und mit mancherley Instrumenten, bis man dasjenige getroffen hat, das zur Cur dienlich ist: dieses wird man an gewissen Geberden und nach dem Tact eingerichteten Bewegungen gewahr, die der Krancke zu äussern pflegt, und alsdenn sagt man er tantze, vielleicht in einem eben so uneigentlichen Verstande, wie die Alten gesagt haben, man sterbe lachend, wenn man Schierling gegessen habe, wegen einiger Verstellung derer Geberden, die sie an dergleichen Personen, die solches Gift genossen, bey dem Absterben wahrgenommen. Dem sey nun aber wie ihm wolle, diese Bewegungen und diese Sprünge erregen gemeiniglich einen sehr nützlichen Schweiß, den man von Zeit zu Zeit durch eben dieses Mittel wieder zu erwecken sucht, bis endlich die sich völlig verlierende Zufälle zu erkennen geben, daß alles Gift wieder ausgetrieben sey.

Es kan aber nicht allein in dieser Kranckheit die Music eine gute Würckung thun, sondern man hat auch Leute gesehen, die an hitzigen Fiebern darnieder gelegen, und durch ein auf einer Baßgeige gespieltes Lied dergestalt sind gerühret worden, daß sie aufgestanden, getantzet, durch die heftige Bewegung in einen Schweiß gerathen, und darauf gesund worden *).

End-

*) Siehe die Historie der Academie derer Wissenschaften vom Jahr 1708. pag. 22.

Endlich schreibet man auch dem heftigen Schall des Donners eine Menge wunderbarer Würckungen zu, deren verschiedene ihre gute Richtigkeit zu haben scheinen. Ist aber auch die Erschütterung allein, die von einem solchen Gewitter in der Luft herfür gebracht wird, Schuld daran, oder soll man auch wohl dieselbe denen Ausdünstungen beymessen, die zur Zeit eines solchen Sturms gemeiniglich im Ueberfluß vorhanden sind? dieses ist schwer zu entscheiden.

Von denen Winden.

Der Wind ist nichts anders, als eine bewegte Luft, ein Theil des Dunstkreisses, der sich mit einer gewissen Geschwindigkeit, und mit einer bestimmten Richtung, wie ein Strohm, bewegt.

Diese Lustbegebenheit wird mit verschiedenen Nahmen belegt, nach denen verschiedenen Puncten des Horizonts, daraus sie herfürbricht. Man nennet denjenigen den Nord- Süd- Ost- und West-Wind, der aus einer von diesen 4. Haupt-Gegenden bläßt; den Nord-Ost, oder Süd-West-Wind, u. s. w. denjenigen, der das Mittel zwischen Norden und Osten, zwischen Süden und Westen, u. s. f. hält; den Nord-Nord-Ost-, Süd-Süd-West-Wind, u. s. w. denjenigen, der um einmal näher aus Norden, als aus Osten, um einmal näher aus Süden, als aus Westen kommt, u. s. f. Insgemein erstrecket sich diese Eintheilung derer Winde bis auf 32. (Siehe die 4te Figur *Tab. XIX.*) Es könte dieselbe noch weiter gehen, wenn es möglich wäre alle Veränderungen derer Winde zu beobachten.

Man

Man kan die Winde fürnemlich in 3. Arten eintheilen: die erstere nennet man allgemeine, oder beständige, weil sie immerzu in einem gewissen Theil des Dunstkreisses wehen; dergleichen sind diejenigen, so man ordentliche (alisées) nennet, die gleichsam an gewisse Jahres-Zeiten gebunden sind, und beständig zwischen denen beyden Wendekreissen (Tropici), und in einiger Entfernung um dieselben herum, allein herrschen. Die zweyte Art nennet man periodische, und diese erheben sich und legen sich wieder theils in gewissen Jahres-Zeiten, theils in gewissen Stunden des Tages, wie die *Moussons*, welche zwischen der Küste von Zanguebar und der Insul Madagascar, vom October bis in dem May aus Süd-Ost, und vom May bis in den October aus Nord-West wehen; oder auch Land- und See-Winde, von welchen diese allezeit des Morgends, und jene des Abends sich zu erheben pflegen. Die letztere Art sind endlich die veränderlichen, so wol in Ansehung ihrer Richtung, als auch ihrer Geschwindigkeit und ihrer Dauer.

Die Geschichte derer Winde ist noch so ziemlich bekannt, so wol aus denen Beobachtungen verschiedener Naturkündiger, welche entweder viel gereiset sind, oder in ihren eigenen Landen viele Jahre nach einander sich auf die Erkenntniß dieser Luftbegebenheit gelegt haben. MUSCHENBROEK hat eine sehr artige Abhandlung davon geschrieben *), worinnen er

*) Essais de Physique, Tome II. pag. 878. Voyages de DAMPIER, Tome II.

er nicht allein dasjenige beygebracht, was er selbst beobachtet, sondern auch noch alles das, was er aus denen Schriften des HALLEY, DERHAM, u. a. m. hat zusammenbringen können. Sein Werck ist überall zu bekommen, daher ich den geneigten Leser dahin verweise. Es ist aber auch nöthig, daß wir mit einem eben so guten Unterricht, in Ansehung derer Ursachen, versehen seyn; ich verstehe hierunter die entferntern, oder diejenigen, so zu denen erstern Bewegungen in dem Dunstkreiß Gelegenheit geben: denn man weiß überhaupt, daß die Winde unmittelbar aus einem Mangel des Gleichgewichts in der Luft entstehen, weil, so oft gewisse Portionen des Dunstkreisses mehr beschwehret, oder auch dichter werden, ingleichen mehr empor steigen, oder herabsincken, als die andern, sie sodenn, indem sie schwerer sind, sich fortbegeben und dahinwärts gleichsam wältzen müssen, wo sich nicht so viel Widerstand befindet, mithin also zugleich die andern Theile, welche schwächer sind, für sich hintreiben müssen, wie ohngefehr das Wasser in einem Canal, wenn es an einem Ort durch einen Stein, den man hineinwirft, ist in die Höhe getrieben worden, sich von einem Ende bis zum andern in Wellen beweget. Wer ist aber derjenige, der den Stein hineingeworfen hat, wenn wir sehen, daß sich der Dunstkreiß hin und her bewegt? dieses weiß man zur Zeit nur noch sehr unvollkommen *).

Die Naturkündiger, welche diese Materie mit Fleiß untersuchet haben, kommen insgesammt darinnen miteinander überein, daß die Winde durch mehrere

gantz

*) Siehe die Wercke des MARIOTTE, pag. 340.

gantz von einander unterschiedene Ursachen können veranlasset werden. Die Kälte und die Wärme, welche nur in einer gewissen Portion des Dunstkreisses herrschen, verändern daselbst die Dichtheit der Luft, und folglich auch ihren Umfang, mehr oder weniger, und alsdenn werden die in der Nähe befindlichen Theile weiter fortgetrieben, oder sie ziehen sich auch wohl näher zusammen. Wenn die Ursache, wodurch die Luft verdünnet wird, ordentlich eingerichtet und beständig anhaltend ist, so begreift man leichtlich, daß diese Ordnung einen Einfluß auf den also hervorgebrachten Wind haben müsse; daher pflegt man diejenigen Winde, so von Osten nach Westen gehen, und in dem heissen Erdstrich (zona torrida) fürnemlich zu wehen pflegen, der täglichen Bewegung der Erdkugel mit vieler Wahrscheinlichkeit zuzuschreiben: denn da diese Portion des Dunstkreisses, welche zwischen denen beyden Wendekreissen eingeschlossen ist, nach und nach alle ihre Theile der Sonne gleichsam entgegen bringt, so wird sie durch die Wärme dieses Gestirns ausgedehnet und verdünnet, mithin also das Gleichgewicht der Luft beständig und in einer gewissen Ordnung immerzu verändert: und weil die scheinbare Bewegung der Sonnen, sich von einem Wendekreiß bis zum andern auf 6 Monat erstrecket, so müssen diese allgemeine Winde einige periodische und auf den verschiedenen Stand der Sonne sich beziehende Veränderungen erleyden, wie man solches in der That also wahrnimmt. Es können auch Ausdünstungen, die sich zusammenhäufen und in der mittlern Gegend der Luft gleichsam miteinander gähren,

annoch Gelegenheit zu Bewegungen in dem Dunstkreiß geben, wie HOMBERG und verschiedene andere Gelehrte dafür halten; und wenn die Winde aus dieser Ursache entstehen können, wie es gar wahrscheinlich ist, so darf man sich nicht wundern, daß sie zuweilen mit heftigen Stössen wehen, weil die Gährungen, denen man sie zuschreibet, nichts anders seyn können, als solche gewaltsame Austreibungen (explosiones) die schnell entstehen und dazwischen wieder absetzen.

Dergleichen Gährungen ereignen sich sehr oft in denen unterirrdischen Hölen, aus der Vermischung derer daselbst befindlichen fetten, schwefflichten und saltzigen Theile, ja es haben auch sogar verschiedene Schriftsteller von dergleichen dampfigen Ausbrüchen die zufälligen Winde hergeleitet. CONNOR erzehlet *), daß, als er die Saltz-Gruben bey Cracau besehen, ihm die Arbeiter, und der Aufseher selbst, berichtet hätten, daß bisweilen aus denen Winckeln und krummen Gängen dieser Grube ein solcher grausamer Sturm pflegte auszubrechen, daß er auch die arbeitenden Leute zu Boden risse, und ihre Hütten mit hinwegführete. GILBERT, GASSENDI, SCHEUCHZER, u. a. m. gedencken einer grossen Menge Hölen von solcher Gattung, aus welchen zuweilen stürmende Winde herfürkämen, welche, nachdem sie ihren Ursprung unter der Erde genommen, sich hernach in den Dunstkreiß ausbreiten, und eine zeitlang darinnen anhalten.

Man

*) Dissertat. med. phys. Artic. III. pag. 33.

Man beruft sich noch ferner auf die Herabsinckung derer Wolcken, ihre Vereinigungen, und die starcken Regen, als eben so viele Ursachen, so den Wind entweder herfürzubringen, oder zu vermehren pflegen; und in der That ist öfters eine eintzige Wolcke geschickt, das stille Wetter zu verändern, wenn sich plötzlich ein heftig stürmender Wind erhebt: die Wolcke drucket nemlich die Luft zwischen sich und der Erde zusammen, und nöthiget sie, daß sie schleunig einen Ausweg suchen muß.

Wenn es aber endlich erlaubt ist, nach diesen Wahrscheinlichkeiten noch auf Muthmassungen zu verfallen, so würde man den Ursprung derer Winde auch wohl noch derjenigen grossen Menge von Luft zuschreiben können, die sich an gewissen Orten und zu gewissen Jahres-Zeiten von denen vermischten Cörpern absondert; denn wir haben bey dem Beschluß der vorhergehenden Vorlesung gezeiget, daß diese Luft, wenn sie sich loß gemacht, weit mehr Raum in dem Dunstkreiß einnehme, als sie vorher in denenjenigen Materien hatte, davon sie einen Theil ausmachte. Wenn also z. E. im Herbst feuchte und warme Witterung ist, welche eine schnelle und häufige Fäulniß derer Gewächse und derer von denen Bäumen herab gefallenen Blätter zuwege bringt, so muß sich der Dunstkreiß über denenjenigen Orten, wo diese Würckungen erfolgen, ohnstreitig ausdehnen; er muß gegen die in der Nähe befindliche Theile zurück treten, diese wiederum gegen andere, und vielleicht dergestalt nachdrücklich, daß diejenige Bewegung, so wir den Wind nennen, herfür gebracht wird.

Man

Man könte diese Vorstellung noch weiter treiben, wenn man sie von der entgegen gesetzten Seite annimmt. Wenn es seine Richtigkeit haben solte, daß die Auflösung derer vermischten Cörper, in ihre vorige Theile, in einer ziemlich kurtzen Zeit eine gewisse Menge Luft in den Stand setzte, daß sie das Gleichgewicht des Dunstkreisses zu unterbrechen vermögend wäre, so könte man auch dafür halten, daß in dem Frühling, und an denenjenigen Orten, wo die Natur am meisten mit allen dem, was sie herfür zu bringen pflegt, beschäftiget ist, viel Luft müsse hinweg genommen und gleichsam verschlucket werden, und daß sich solche Umstände finden könten, unter welchen das Gleichgewicht derselben daher gantz verändert werden möchte. Wir wollen uns aber nicht mit einem gar zu grossen Vertrauen einer Einbildung überlassen, die noch auf gar keine sichere Beweise gegründet ist.

Es haben verschiedene Naturkündiger die Geschwindigkeit des Windes auszumessen versuchet, indem sie kleine Federn und andere kleine Cörper hingeworfen, und dabey beobachtet, wie weit sie derselbe in einer gewissen Zeit fortgetrieben. Ohnerachtet aber dergleichen Experimente sehr ungekünstelt und ungemein leicht zu seyn scheinen, so stimmen dennoch diejenigen, welche dieselben angestellet haben, in Ansehung derer Erfolge so wenig mit einander überein, daß man gar nichts gewisses daraus schliessen kan. MARIOTTE setzet die Geschwindigkeit des heftigsten Windes auf 32. Schuh in einer Secunde, und DERHAM hat dieselbe, binnen eben so viel Zeit,

in Engelland, 66. Schuh groß befunden, also noch einmal so starck. Woher mag nun wohl dieser Unterschied rühren? Ohnfehlbar daher, weil diese beyde Gelehrte noch kein gewisses Maaß oder Richtschnur hatten, wornach sie hätten genau urtheilen können, welches eigentlich der heftigste Wind sey; und allem Ansehen nach hat also der erstere denjenigen Wind vor den heftigsten unter allen angenommen, der gleichwol noch einmal so starck seyn konte.

Die gewöhnlichen Wetter-Fahnen zeigen bekannter massen die Richtung des Windes; allein sie zeigen sie nur denenjenigen, die auf die Dächer derer Gebäude sehen können, und denen die Haupt-Gegenden des Horizonts eines solchen Orts bekannt sind. Um sich aber den Gebrauch dieses Instruments desto bequehmer zu machen, so befestiget man an das Stänglein, darauf sich sonst die Wetter-Fahne herum drehet, ein anderes dergestalt, daß sie es gleichermassen mit herum drehet, und an dem äussersten Ende dieses letztern, welches, wenn man es beliebet, bis in ein Zimmer herab gehen kan, wird ein Trieb angesetzet, der ein mit Zähnen versehenes Rad und dieses sodann einen Weiser herum drehet, der die Winde auf einer Tafel anzeiget. Siehe die *Recreations mathematiques d'Ozanam, Tom. II. paz. 45. Edit. 1694.*

Die Stärcke des Windes rühret ebener massen, wie anderer Cörper ihre, von seiner Geschwindigkeit und von seiner Masse her, das ist, von der Quantität der Luft, die sich beweget: solchemnach beweiset eben derselbe Wind um so viel grössere Gewalt, je

grösser

grösser die Oberfläche ist, welche ihm die Hinderniß, darauf er würcket, gerade entgegen setzet. Daher kommt es, daß man die Segel auf denen Schiffen mehr oder weniger herab lässet, daß man die Flügel einer Wind-Mühle mehr oder weniger ausfüllet, und daß die Bäume zur Winters-Zeit nicht so sehr in Gefahr stehen, durch die Gewalt derer Winde umgerissen zu werden, als im Sommer, weil, indem sie alsdenn nicht mehr mit Blättern besetzt sind, die Winde sie daher nicht so wohl fassen können.

Man kan die relative Gewalt derer Winde, vermittelst einer kleinen Mühle erforschen, davon die Welle mit einer conischen Spindel versehen ist, um welche man eine Saite wickelt, die ein Gewicht empor hält: denn indem man diese Maschine in die freye Luft, in einer gehörigen Richtung, stellet, so drehet sich die kleine Mühle alsobald herum, und stehet hernach stille, wenn das Gewicht, so an der Spindel angehänget ist, ihr das Gleichgewichte hält. Da nun die radii dieser Spindel bekannt sind, oder leichtlich können untersuchet werden, so kan man daher auch ohne grosse Mühe diejenigen Kräfte mit einander vergleichen, die denen Winden zu verschiedenen Zeiten das Gleichgewicht gehalten haben.

Unter allen Maschinen, die zur Abmessung des Windes geschickt sind, und die man deßwegen *Anemometra* nennet, habe ich keine künstlichere und vollständigere gesehen, als des Herrn Grafen von *Ons-enbray* seine, die sehr umständlich in denen Abhandlungen der Academie derer Wissenschaften, vom Jahr 1734. beschrieben ist. Es zeiget dieselbe nicht allein die Ge-

schwindigkeit und die Richtung des Windes an, sondern sie stattet auch in Abwesenheit desjenigen, der darauf Achtung giebt, Rechenschaft davon ab, und man siehet nach 24. Stunden, was für Winde geweht haben, wie lange sie binnen solcher Zeit gedauret haben, und die Geschwindigkeit eines jeglichen.

Die Natur, welche nichts vergeblich herfürbringt, weiß auch die Winde zum Nutzen anzuwenden. Sie versetzen die Wolcken von einem Ort an dem andern, um die verschiedenen Theile des Erdbodens anzufeuchten und fruchtbar zu machen: sie zertheilen auch die Wolcken, um nach dem Sturm wieder stilles Wetter zuwege zu bringen: nicht weniger wird auch durch dieses hin- und herbewegen die Luft wieder erfrischet und gereiniget, und die Wärme und Kälte gelangen vermittelst derselben aus einem Land in das andere. Es trägt sich auch bisweilen zu, daß man von dergleichen Veränderung Schaden leydet; denn wenn der Wind von einem ungesunden Orte kommt, so bringt er auch schlimme Eigenschaften von demselben mit, und giebt ein vehiculum von der Pest ab. Doch dieses sind nur besondere und sehr seltene Fälle, die in Ansehung einer grossen Menge anderer Vortheile, so wir von dem Winde erhalten, in keine besondere Betrachtung kommen.

Man wundert sich, wenn man gewisse Pflantzen auf der Spitze eines Thurms, auf dem abgehauenen Stamm eines Baums, u. d. g. wachsen siehet, von denen man keine Ursache hat zu glauben, daß sich jemand die Mühe gegeben habe sie dahin zu säen: es rühret aber solches von dem Winde her, der den

Staub von der Erde, und den Saamen in die Höhe führet, den hernach der Regen zum käumen und aufgehen bringt. Aus eben dieser Ursache geschiehet es auch, daß das Graß und alle auf dem Felde wachsende Kräuter an sehr vielen Orten herfürkommen und sich vermehren, wo man öfters wünschte, daß sie sich nicht befinden möchten.

Die Kunst welche der Natur nachahmet, hat auch an denen Winden starcke bewegende Kräfte gefunden, die uns grosse Bequehmlichkeiten zuwege bringen, und unsere Handlung erstaunlich weit ausbreiten helfen. Wie sehr würde nicht die Schiffarth eingeschräncket seyn, wenn die Schiffe nur bloß durch die Kraft derer Ruder solten fortgetrieben werden, wie die Galeeren? die sehr weiten Reisen würden, sowol wegen der Langsamkeit, als auch derer grossen zu denen Ausrüstungen erforderlichen Kosten, gar nicht können angestellet werden, da hingegen durch Hülfe derer Winde und Seegel, die den Stoß von jenen auffangen, eine geringe Anzahl von Bootsleuten, vermöge der Einrichtung des Tauwercks, eine kleine Armee von Soldaten, oder ein ungeheures Magazin von Kaufmanns-Waaren, sehr geschwinde von einem Ufer des grossen Welt-Meeres an das andere überführet.

Was für grosse Hülfe leisten uns nicht die Wind-Mühlen, das Korn zu mahlen, Oel aus denen Saamen zu schlagen, Tücher zu walcken, Breter zu schneiden, Farben oder andere Materien klein zu stossen, und was dergleichen mehr ist? wie viele Menschen oder Pferde würde man nicht von nöthen haben, um

alle

alle das Mehl zuwege zu bringen das vermittelst des Windes zu Mont-martre, oder anderwärts um Pariß herum verfertiget wird? alle diese Arbeiten werden mit geringen Kosten verrichtet, bloß durch 4. Flügel, welche die Stelle von Hebeln vertreten, und ihre Fläche auf eine etwas schräge Art der Richtung des Windes darstellen: die Kraft, welche beständig in diese 4. abhängige Flächen würcket, nöthiget sie beständig wieder zurück zu gehen, welches sie aber nicht anders thun können, als indem sie die Welle zugleich mit herumdrehen, daran sie befestiget sind.

Die Kinder finden, vermittelst einer Mechanic, die dieser ziemlich ähnlich ist, Gelegenheit, diejenigen mit Pappier überkleideten dünnen Rahmen, so sie fliegende Drachen nennen, in die Höhe zu bringen; denn die Schnure, woran sie dieselben zurückhalten, ist allezeit auf solche Art angeknüpfet, daß die Fläche sich der Richtung des Windes schief entgegen stellet, und alsdenn suchet der Stoß des Windes sie allezeit in die Höhe zu treiben, indem er den Bogen von einem Circkel beschreibet, der den Bindfaden zum radio hat, den derjenige in seiner Hand hält, von dem der fliegende Drache regieret wird. Weil es nun aber nöthig ist, daß die Achse, A B, allezeit gegen den Wind, C D, in einer gewissen Grösse abhängig sey, unter und ausser welcher der Stoß diejenige Würckung, so man davon erwartet nicht mehr haben würde, so pflegt man zur Vorsorge den Bindfaden immer nachzulassen, und indem sich durch dieses Mittel der fliegende Drache an dem Ende eben eines solchen Bogens, aber von einem grössern Circkel, befindet, so ist seine

Achse

Achse, a b, allezeit auf gleiche Weise abhängig gegen den Wind, c d, und der Grad der Emporhebung ist grösser. Siehe die 5te Figur *Tab. XIX.*

Die Hülfe, so wir von dem Winde erhalten, ist so bequehm, und der Nutzen desselben ist jedermann dermassen bekannt, daß wenn er nicht wehet, oder wir nicht in dem Stande sind uns dessen zu bedienen, so bemühen wir uns denselben durch die Kunst zu wege zu bringen: man erreget daher die Luft mit einem Fecher, oder auf andere Weise, um sich Kühlung zu verschaffen. Der Hammer-Schmidt bedienet sich eines Blasbalgs, um sein Feuer zu vermehren, und der Becker feget seinen Waitzen, indem er ihn vor einer Gattung eines mit 4 Flügeln versehenen Rades vorbey laufen lässet, das er herumdrehet, um die Luft darauf zu treiben und den Staub hinweg zunehmen. Die Fege-Maschine, welche zuerst aus Teutschland gekommen, ist durch die Vorsorge des Herrn HEEBOURG, ältern Officiers bey der Artillerie, zu einer mehreren Vollkommenheit gebracht und in Paris so wohl, als in denen umliegenden Orten bekannt gemacht worden. Ich bin theils vor mich selbst, theils auch durch den grossen Handel überzeuget worden, den ich ihn mit dieser Maschine habe treiben sehen, wie nützlich sie vor diejenigen sey, die viel Früchte zu fegen und aufzubehalten haben.

Ende des dritten Theils.

Das Register wird bey dem vierdten Theil folgen.

NB. Der Buchbinder beliebe die Dedication abzuschneiden und gleich nach den Titul zu binden.

Fig. 3.

Fig. 5.

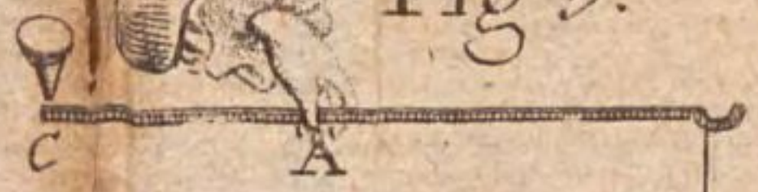


Fig. 6.

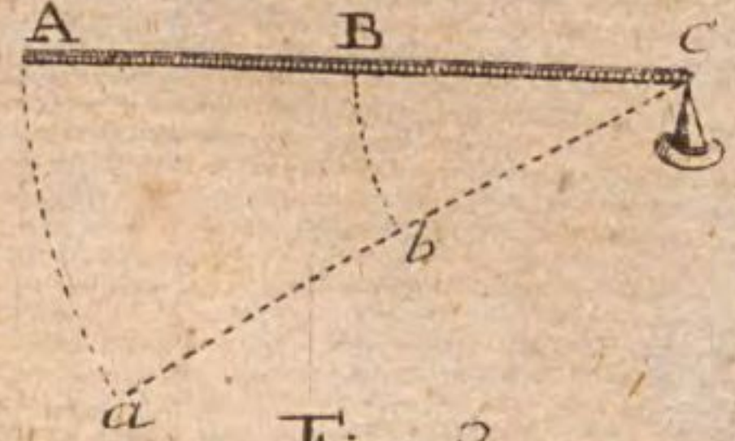


Fig. 8.

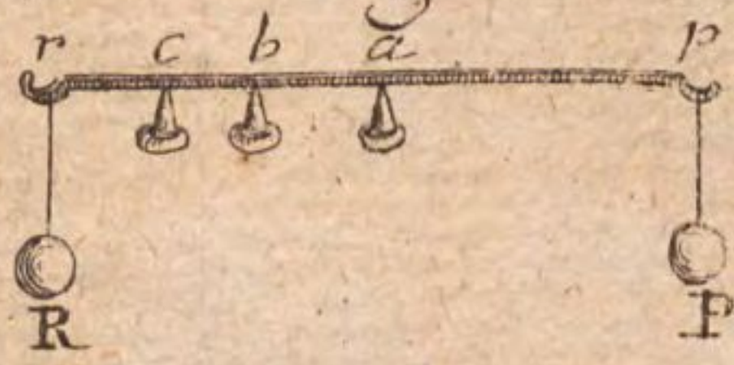


Fig. 1.

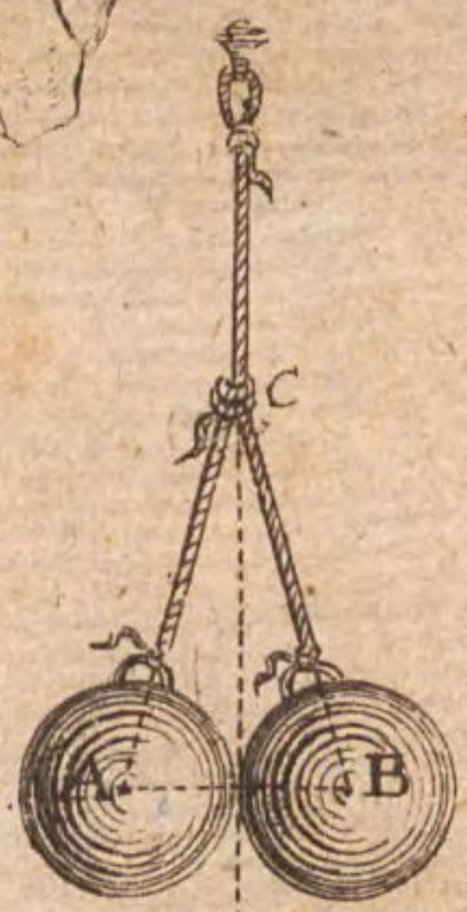


Fig. 4.

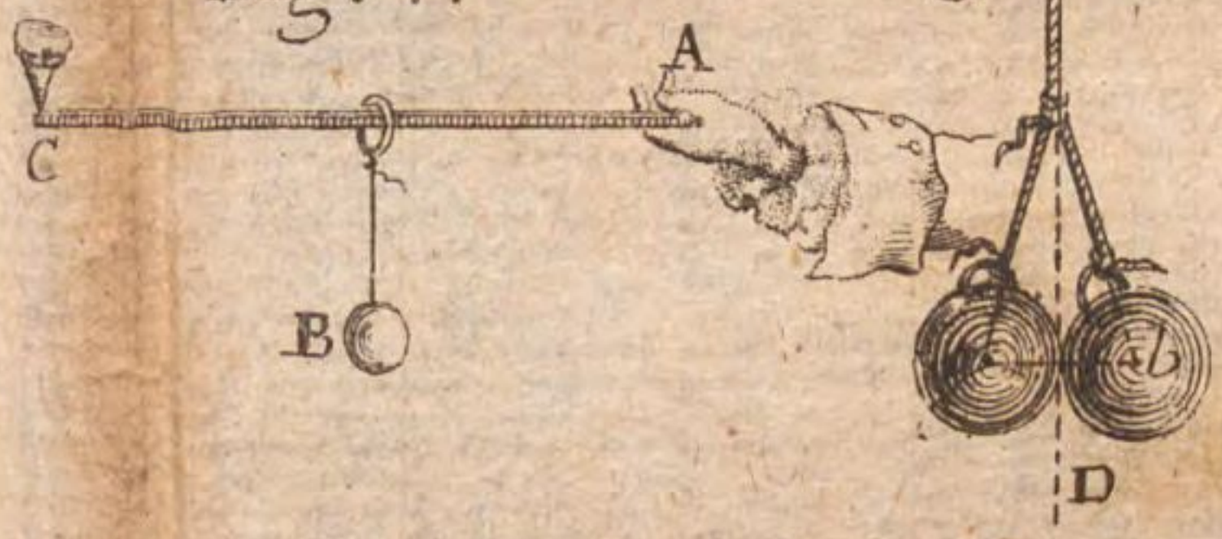


Fig. 9.

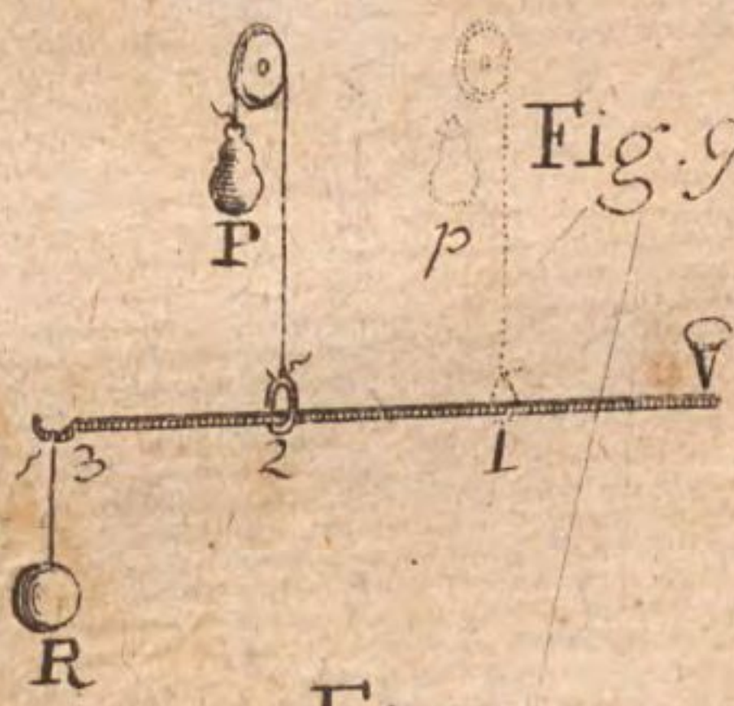


Fig. 7.

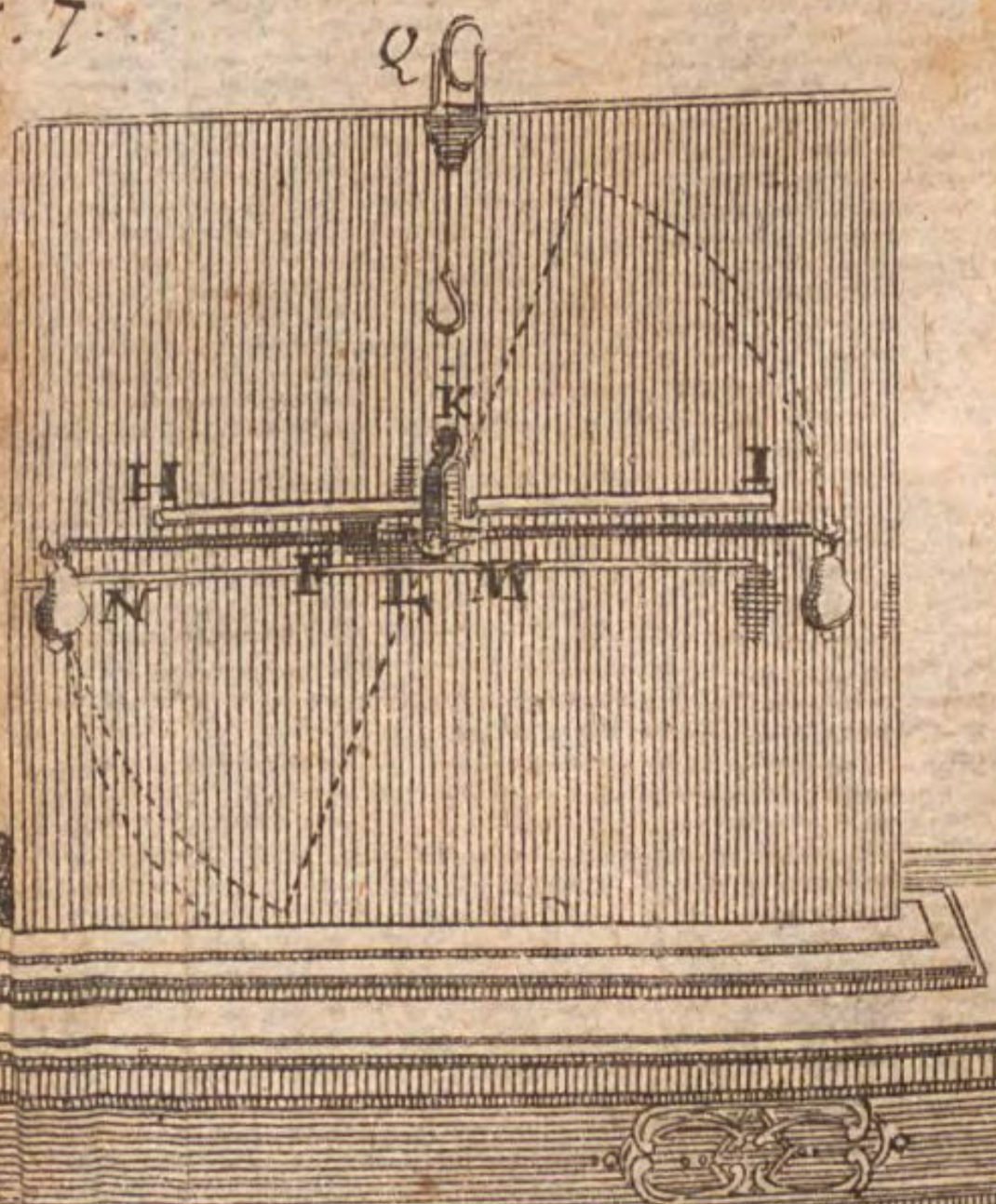


Fig. 2.

Fig. 3.

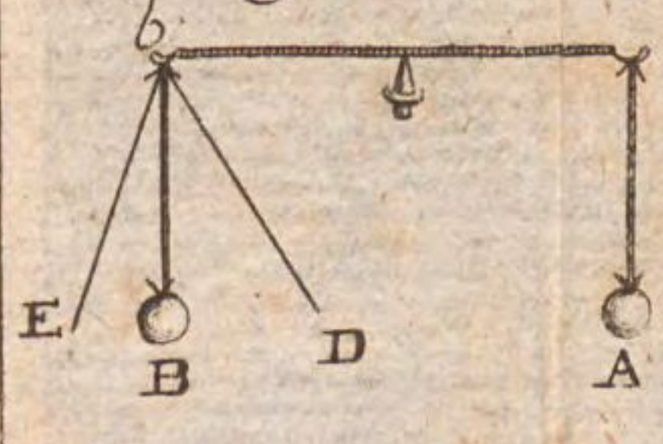


Fig. 4.

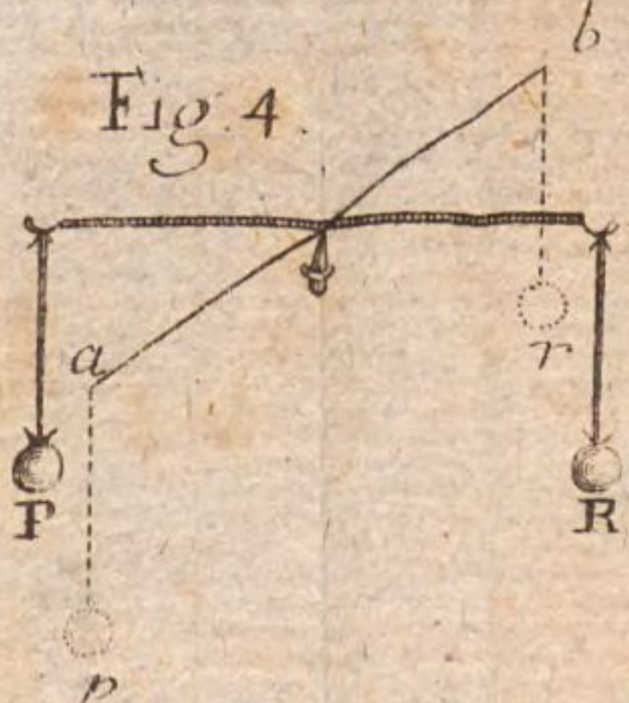


Fig. 5.

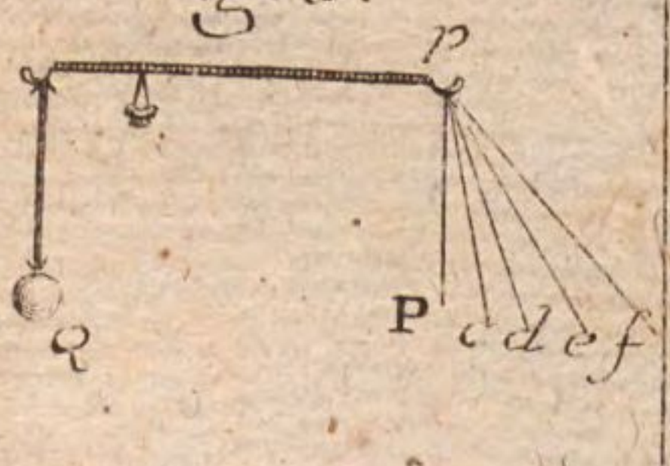
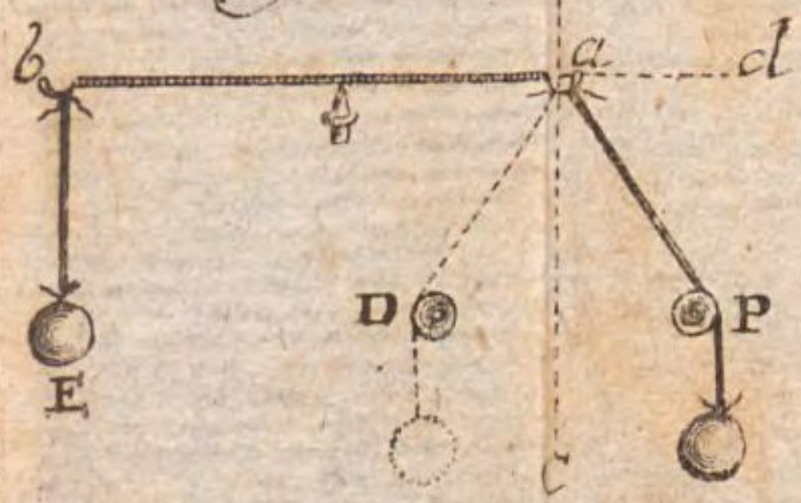


Fig. 7.



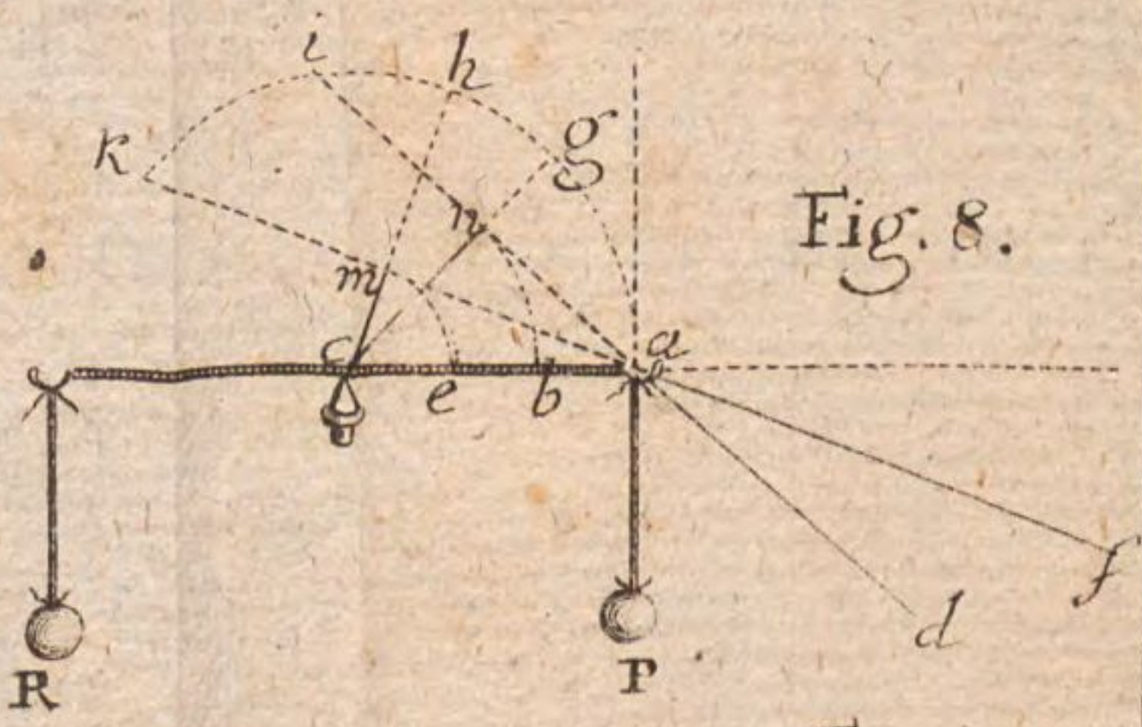


Fig. 8.

Fig. 9

Fig. 6.

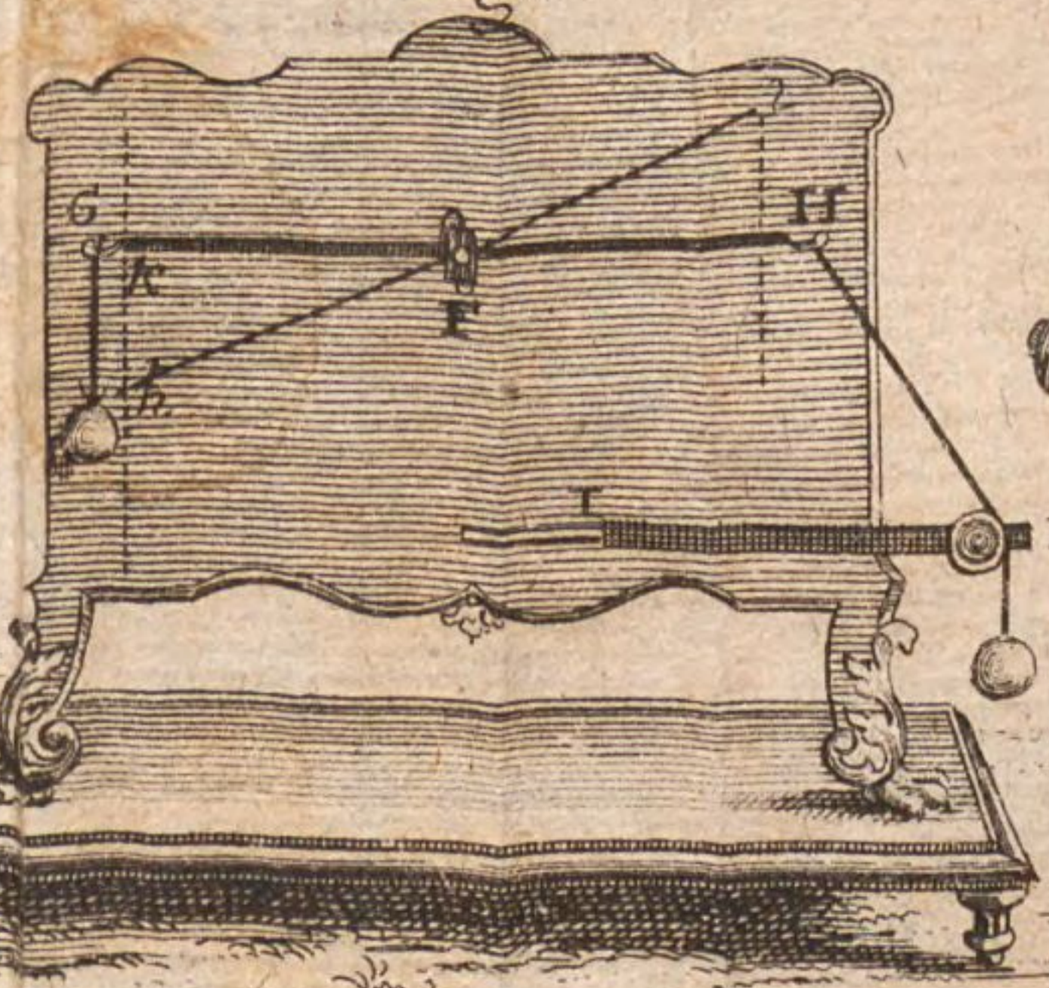


Fig. 10.

Fig 1

Fig 2.

Fig. 1.

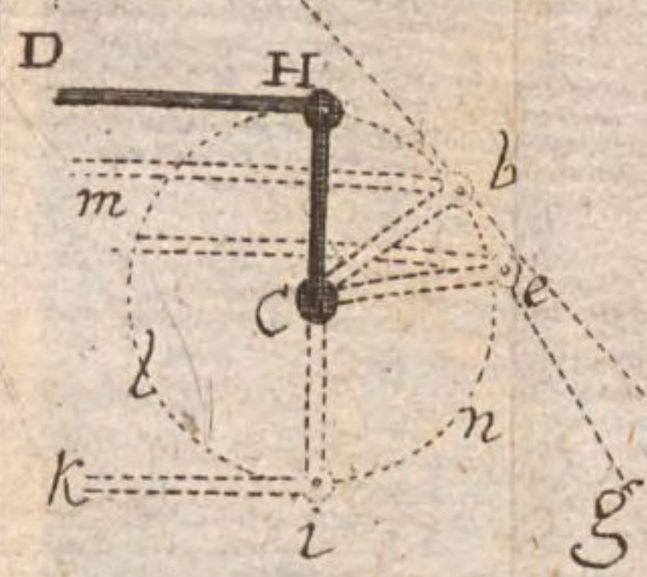


Fig. 2.

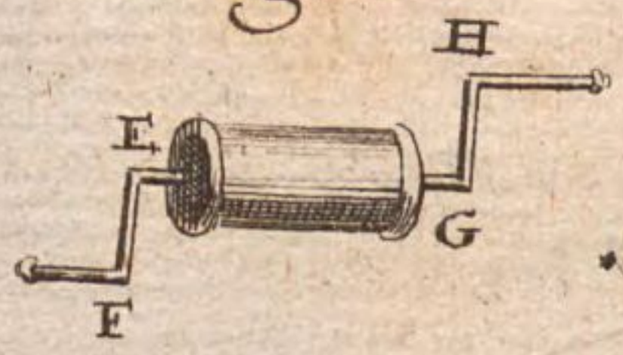


Fig. 3.

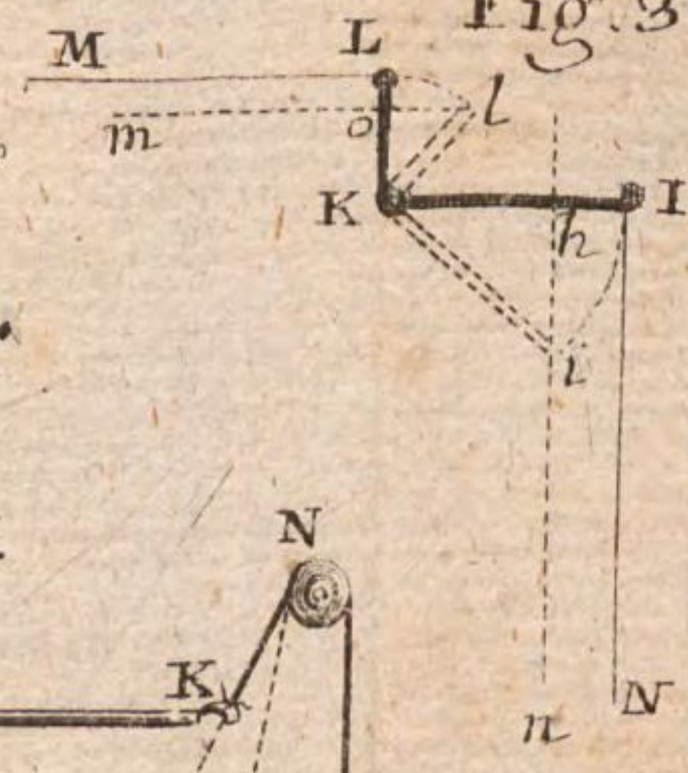


Fig. 5.

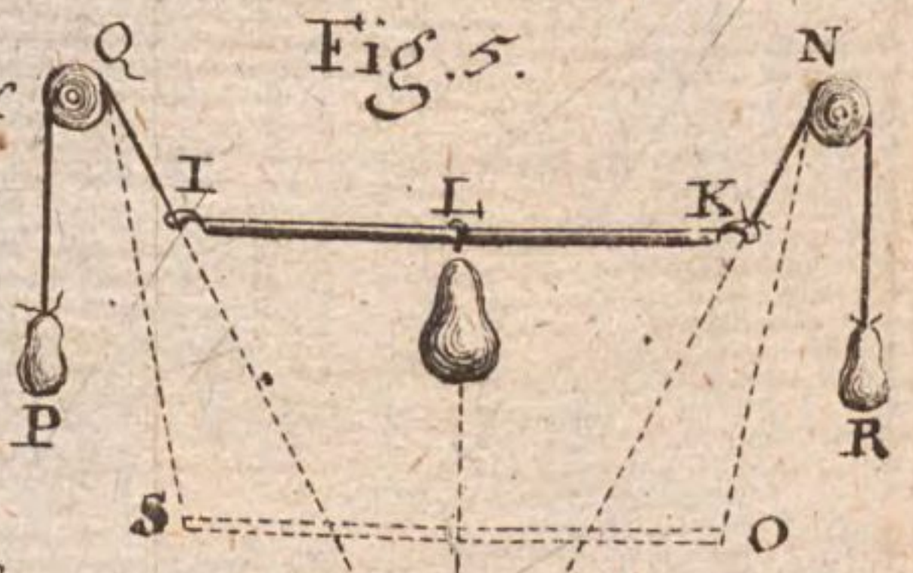


Fig. 8.

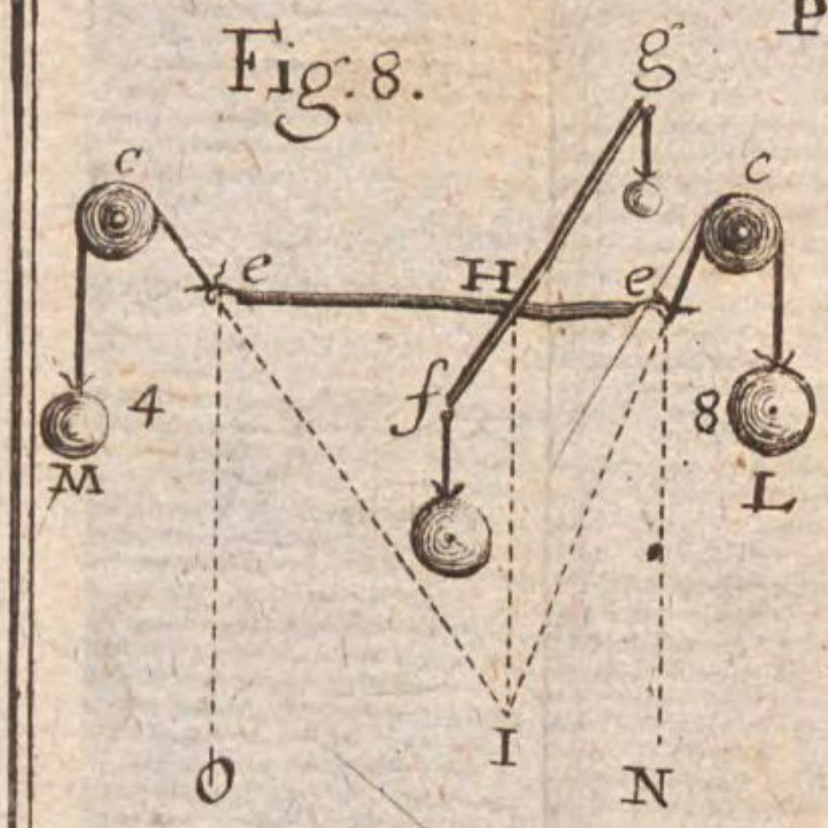


Fig. 7.

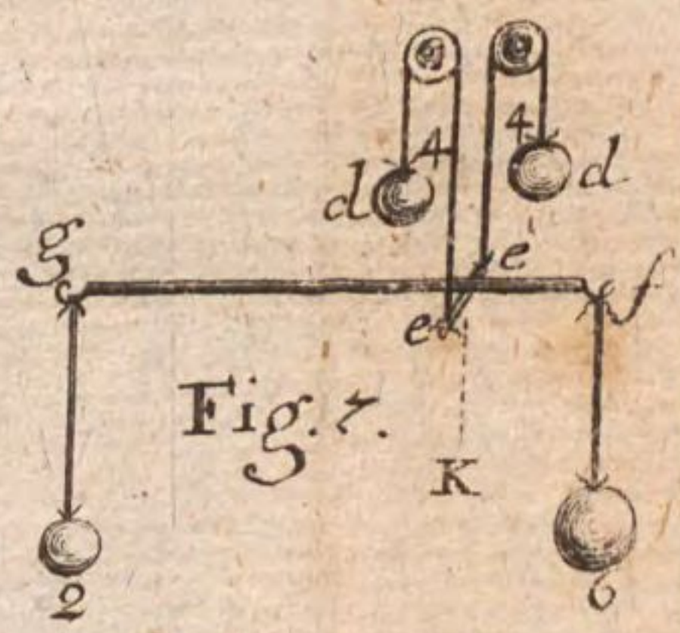


Fig. 4

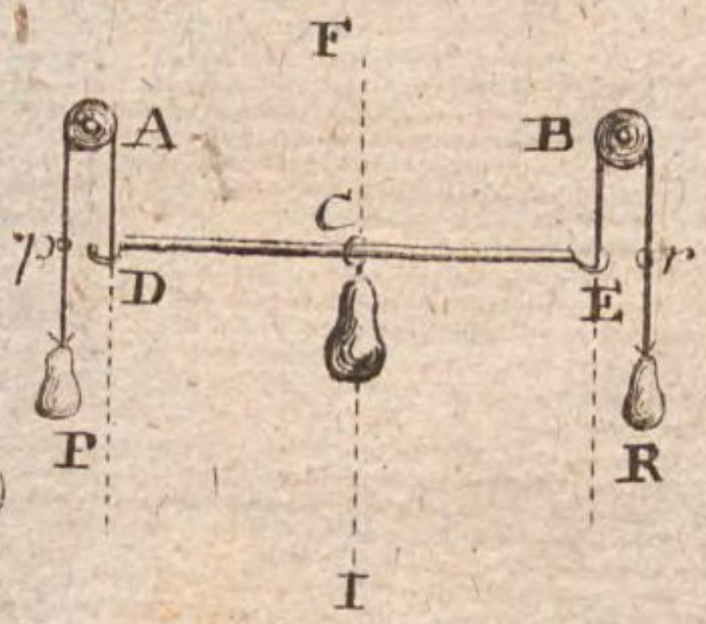


Fig. 6.

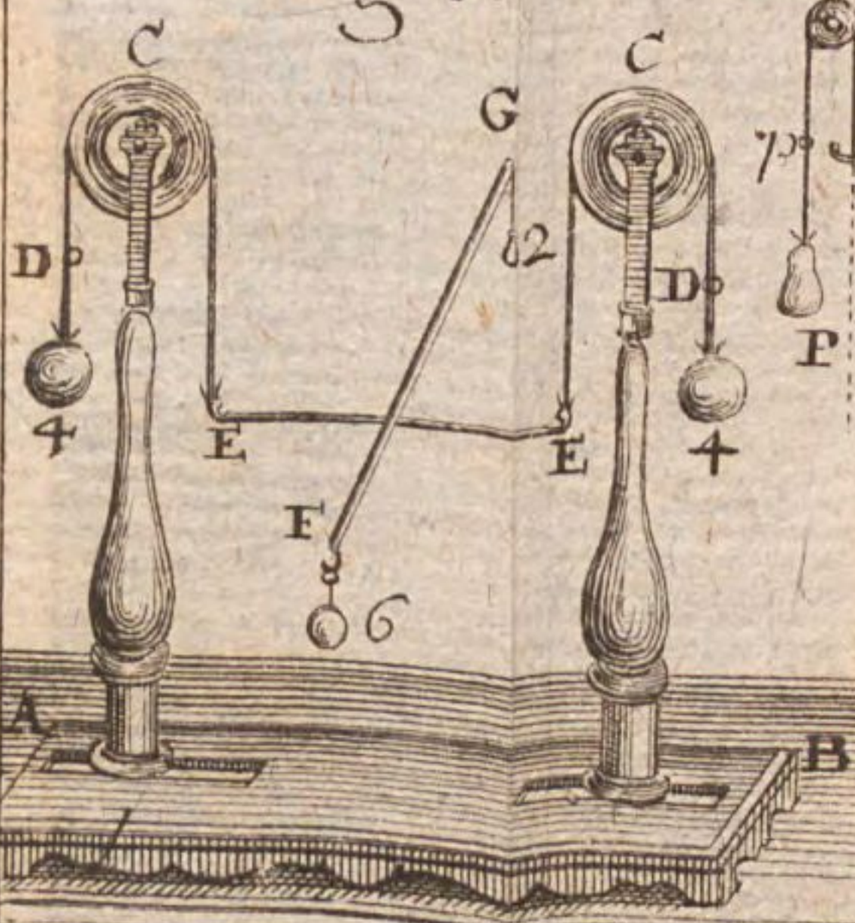


Fig. 9.

Nollet P. III.

Fig: 1.

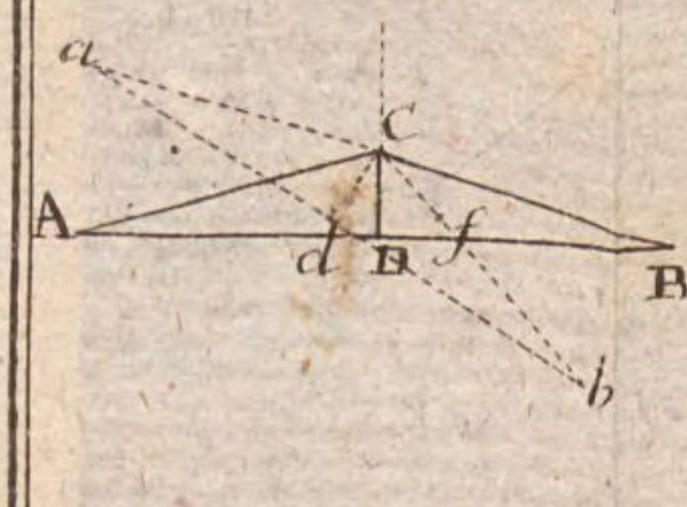


Fig: 3.

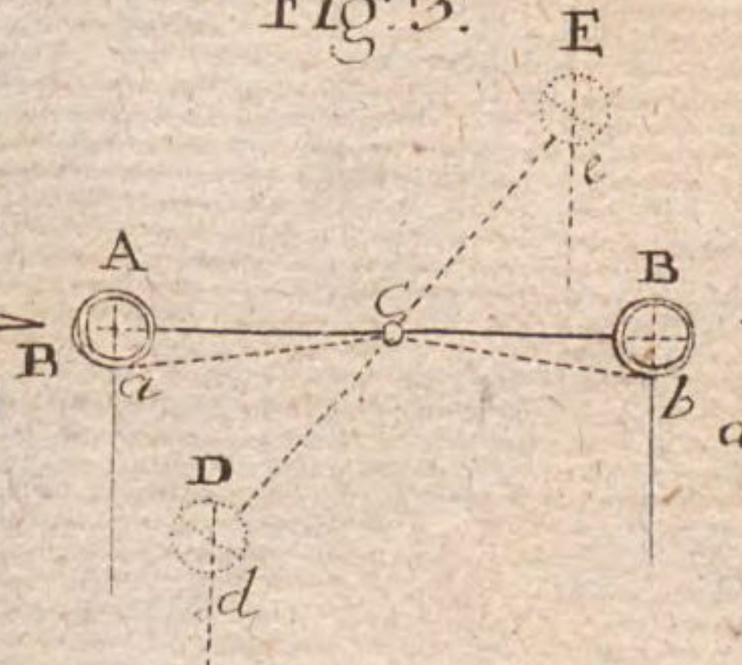


Fig: 2.

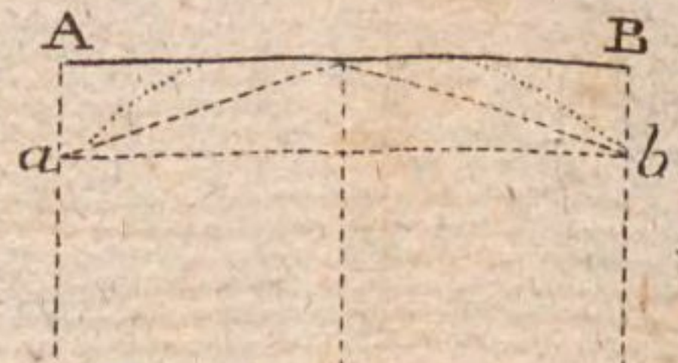


Fig 7

Fig 4

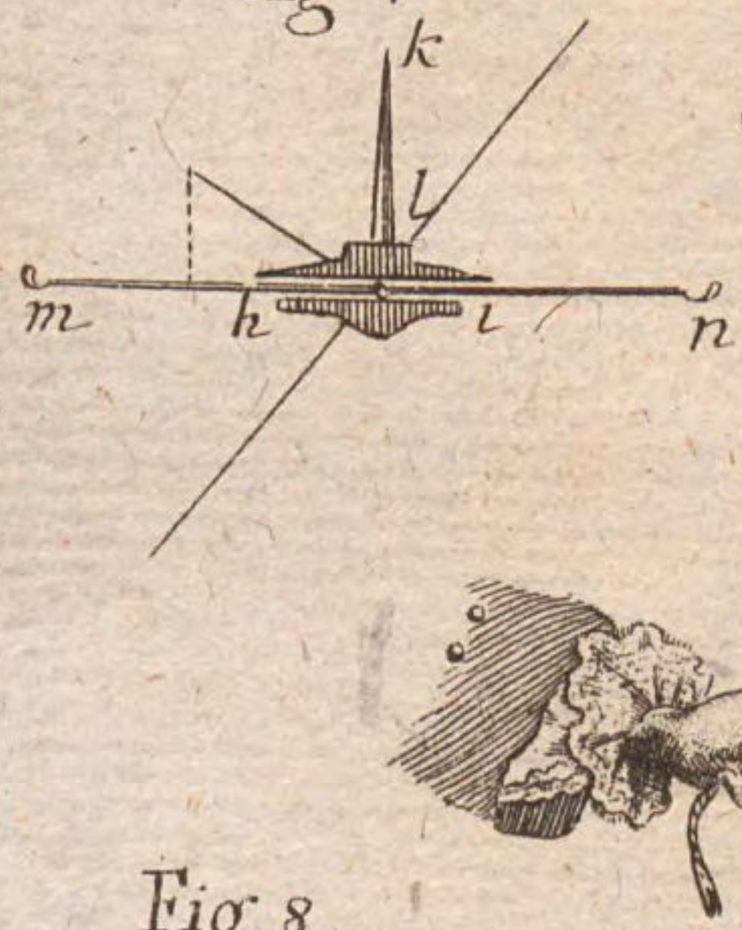


Fig:6.

Fig 5

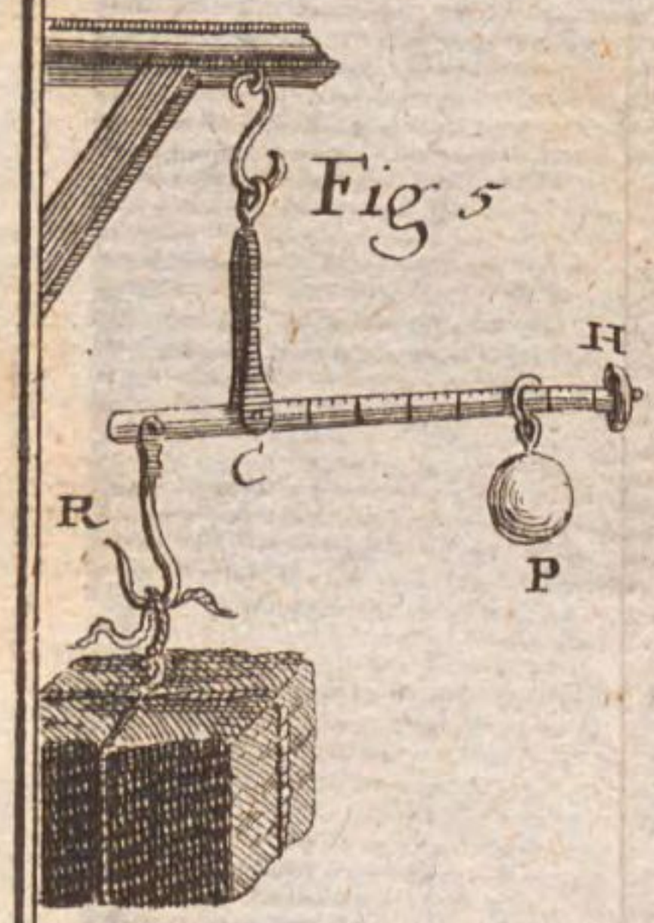


Fig. 8.

Fig. 9.

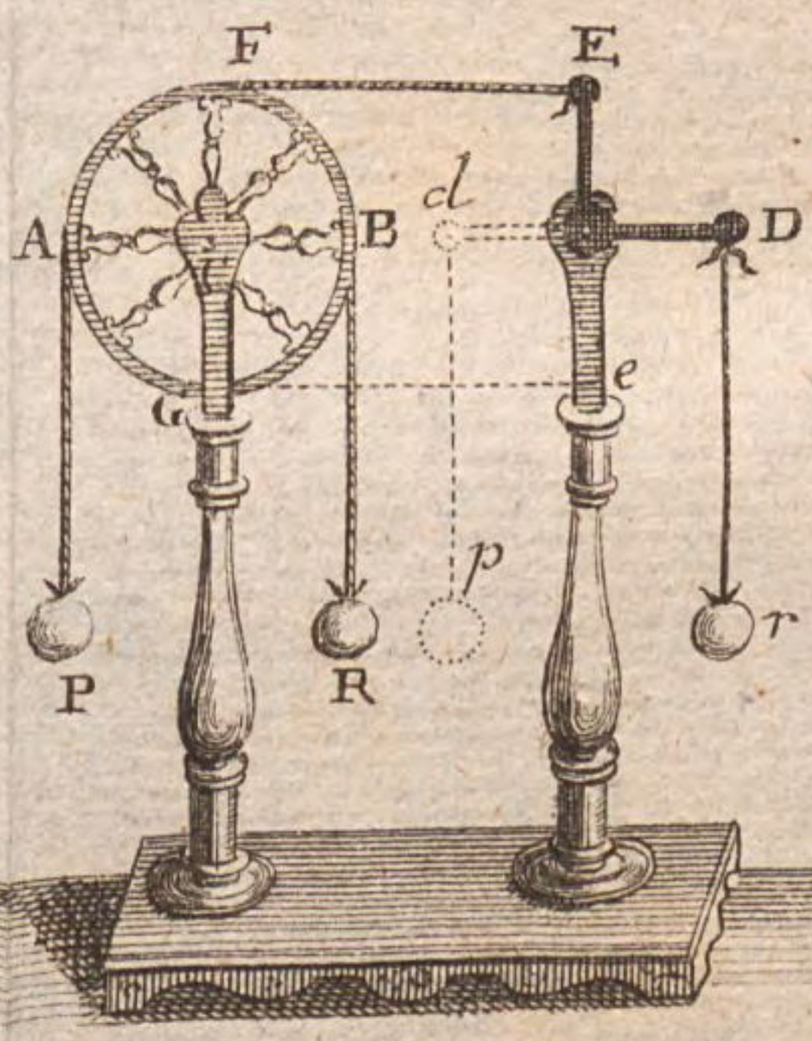
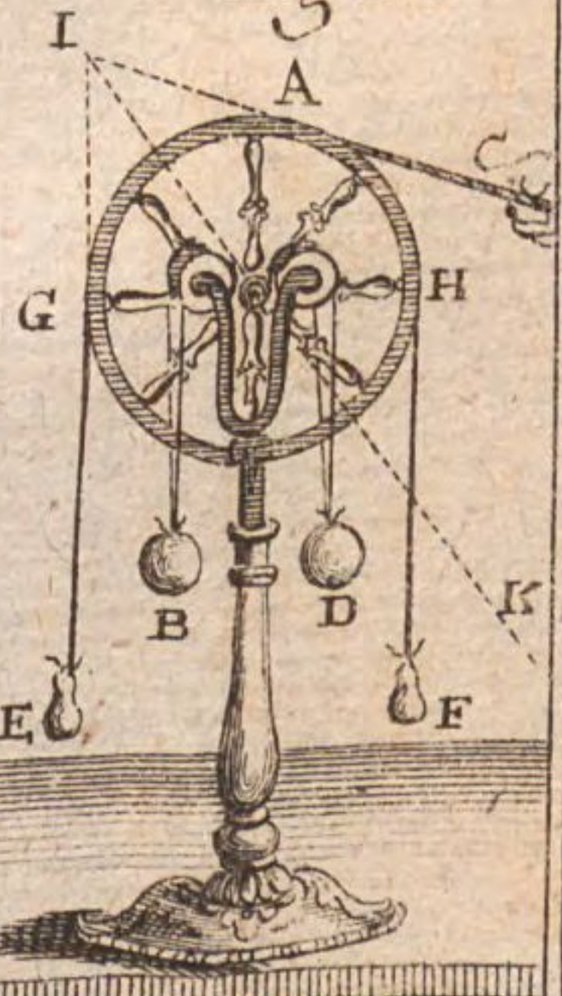
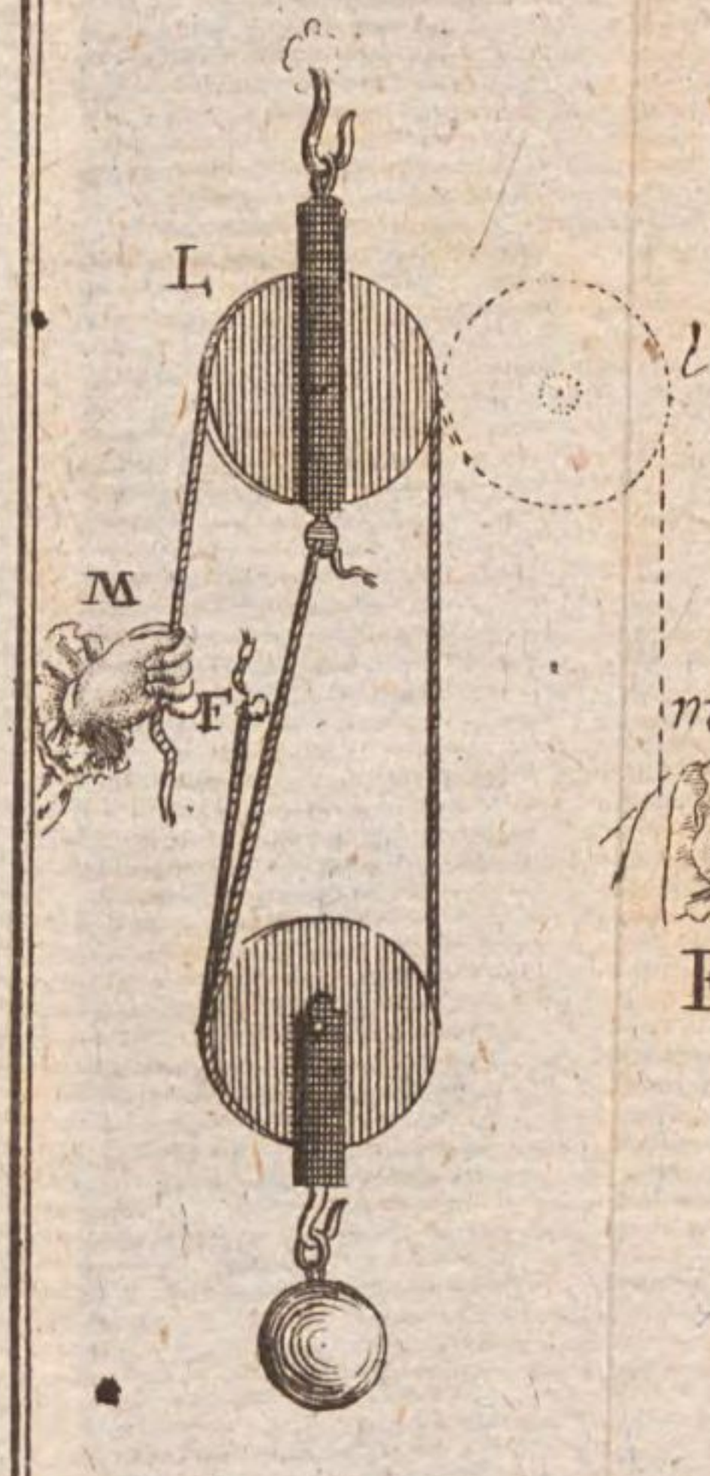


Fig. 10.



Nollet. P. III.

Fig. 4.



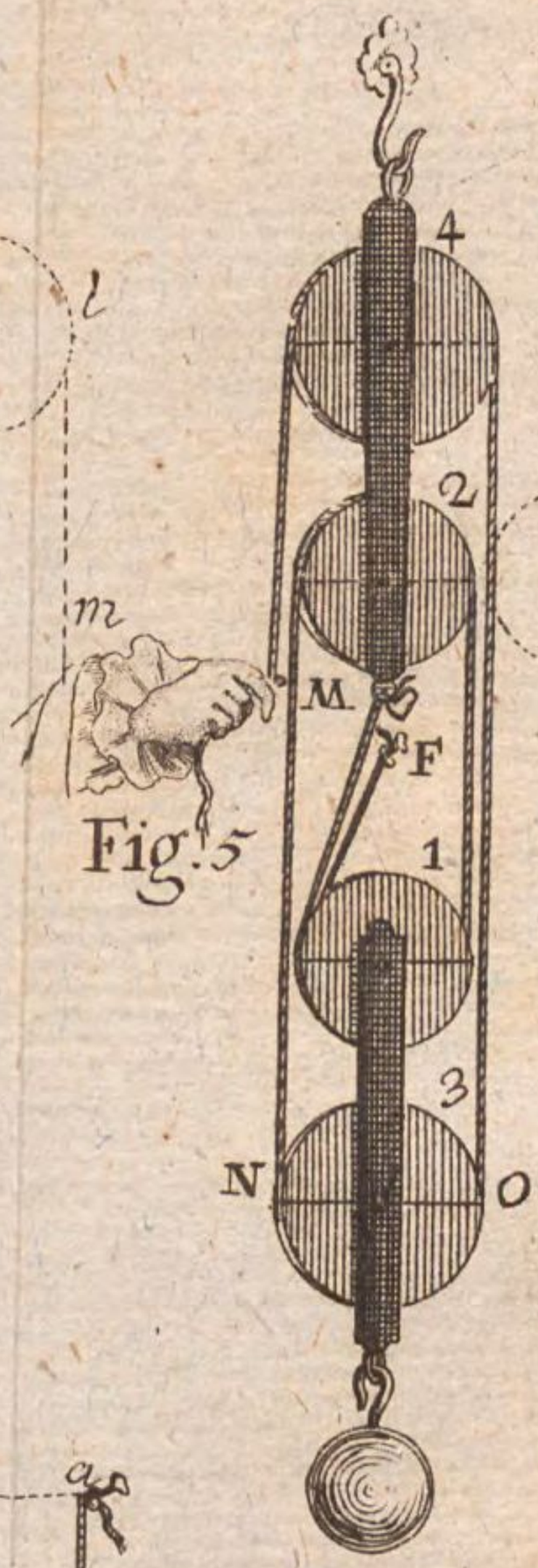


Fig. 5

Fig. 6.

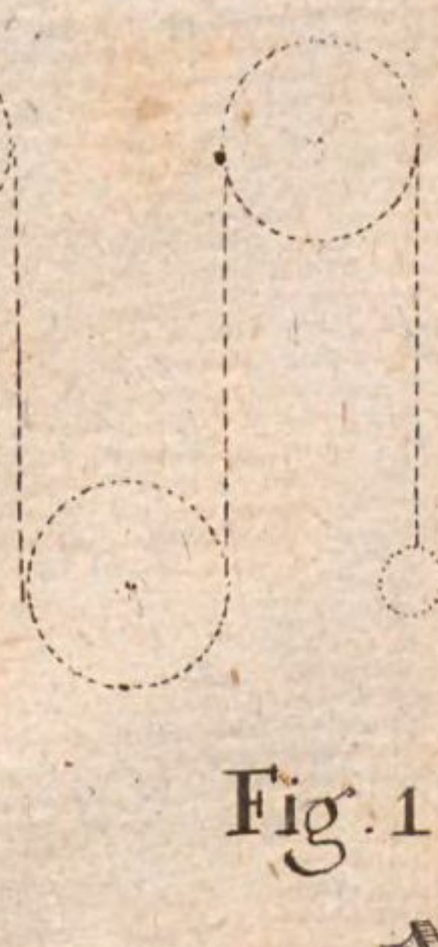
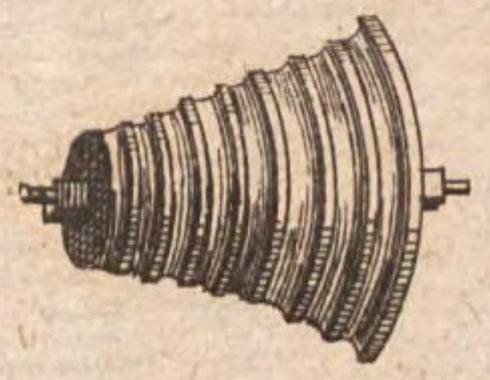


Fig. 1.



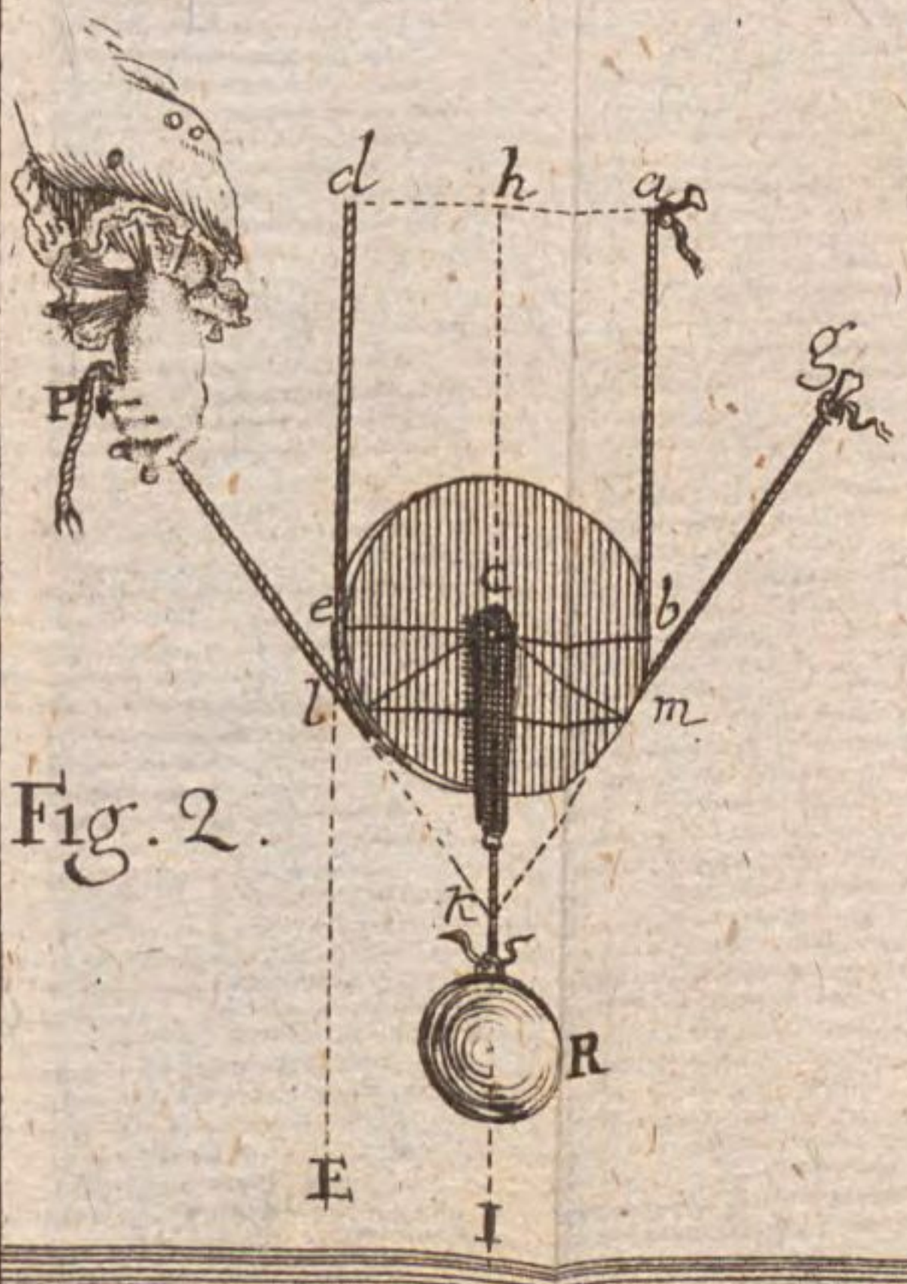


Fig. 2.

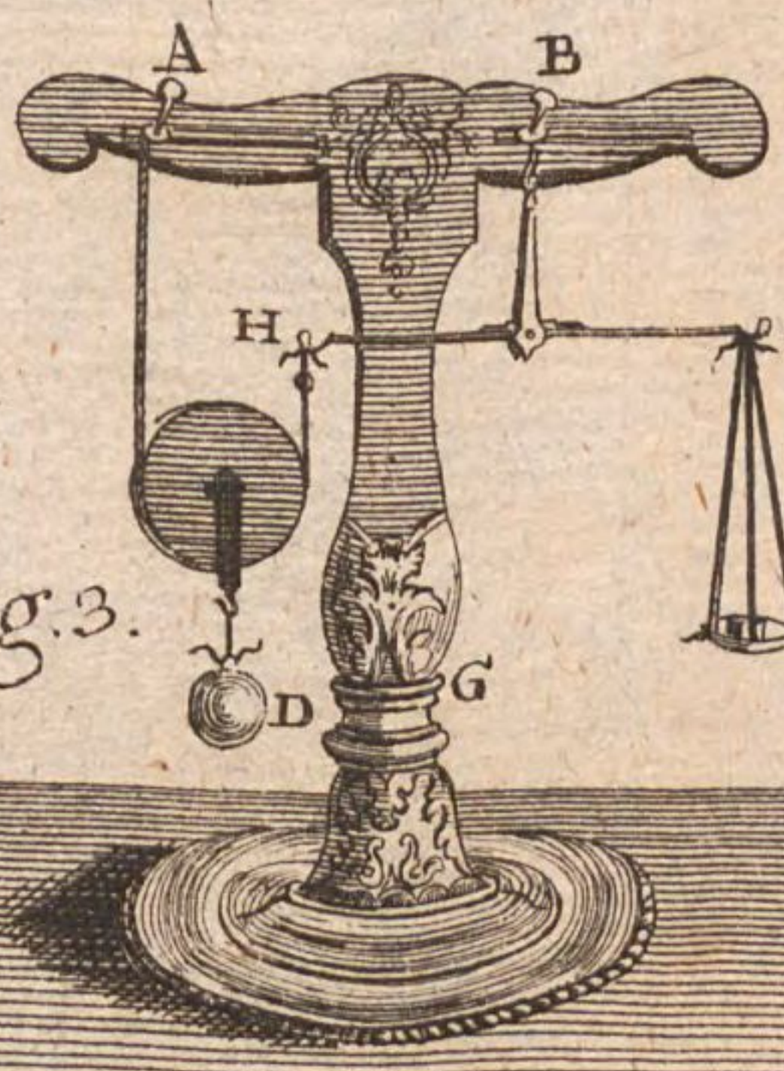


Fig. 3.

Nollet. P. III

Fig. 1.

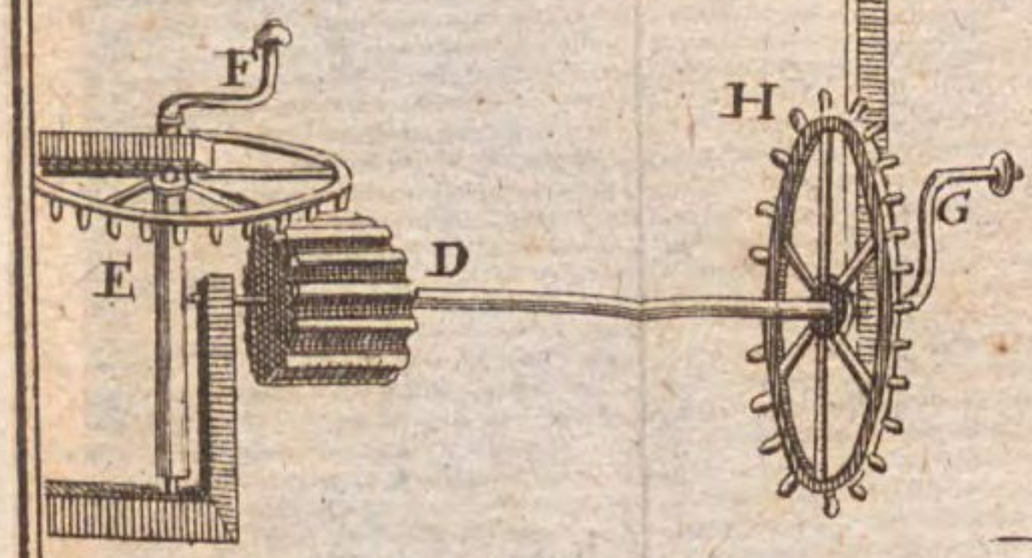


Fig. 2.

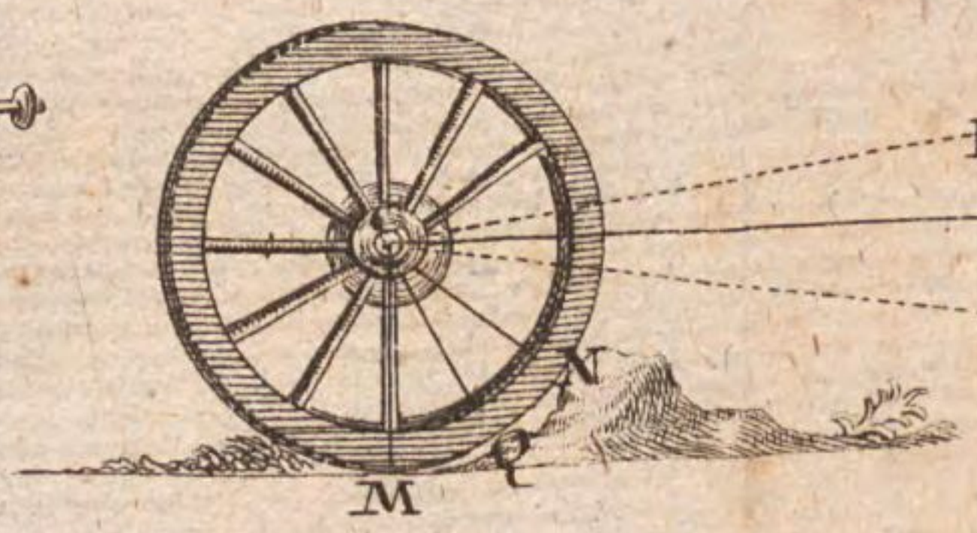


Fig. 3.

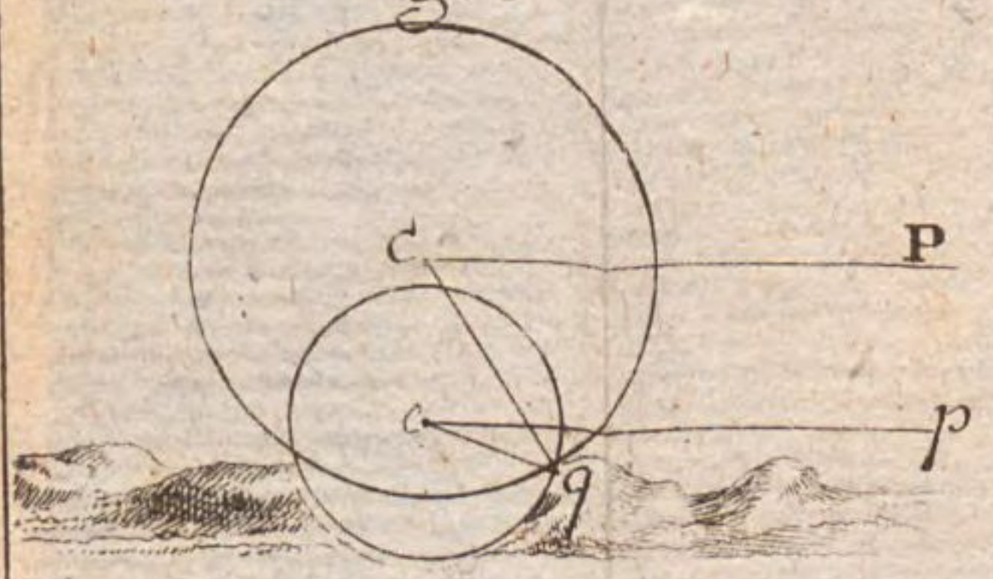


Fig 4

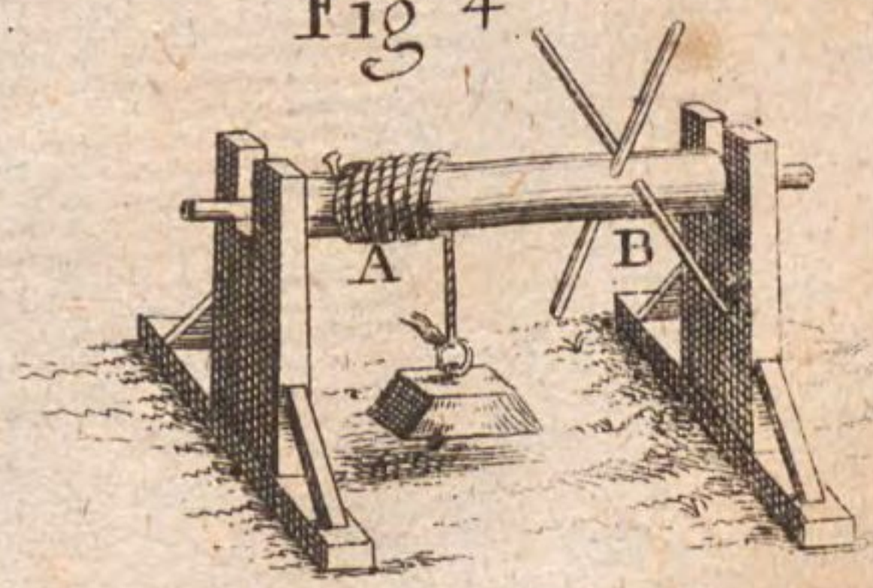


Fig. 5.

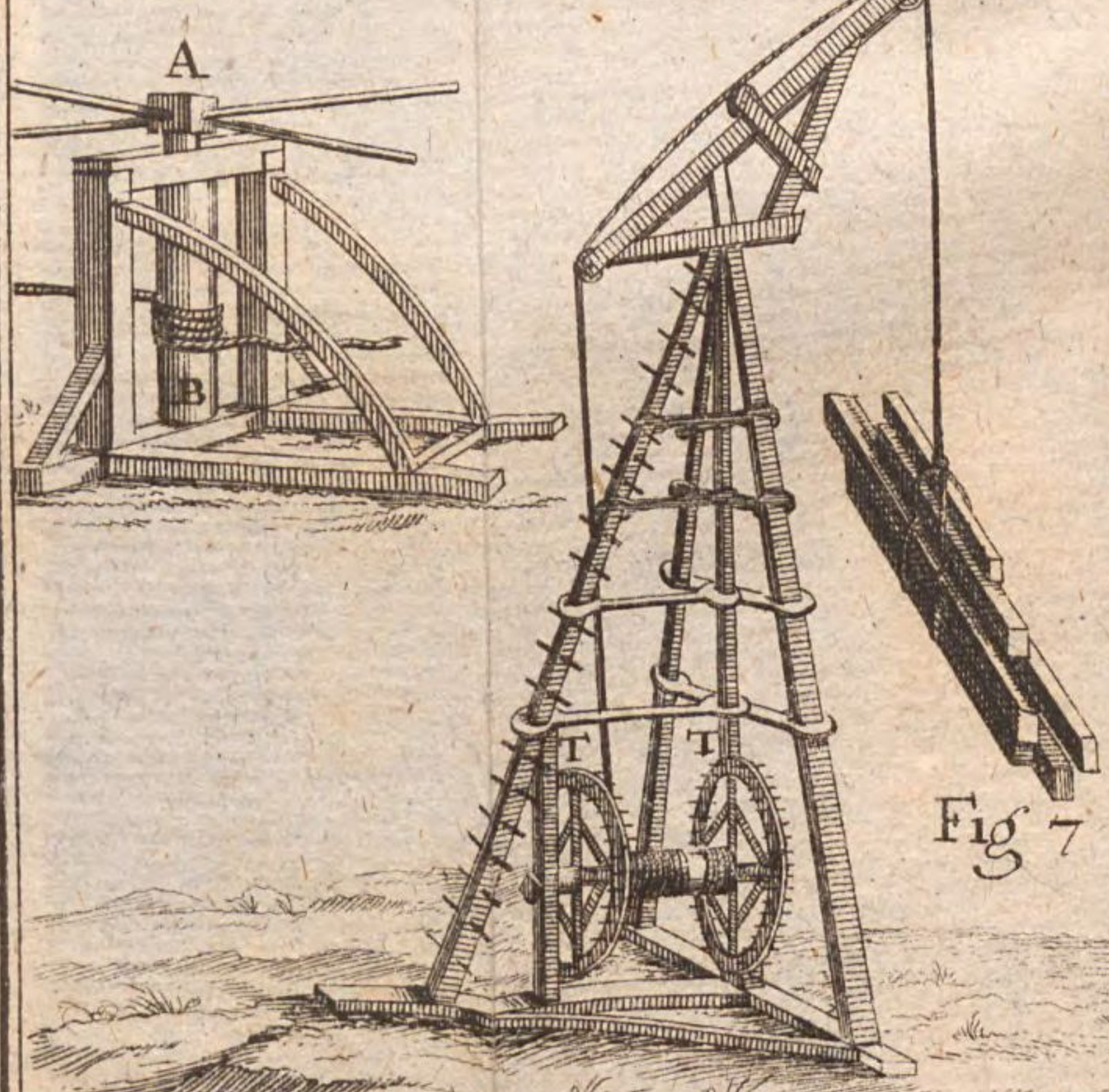


Fig. 6.

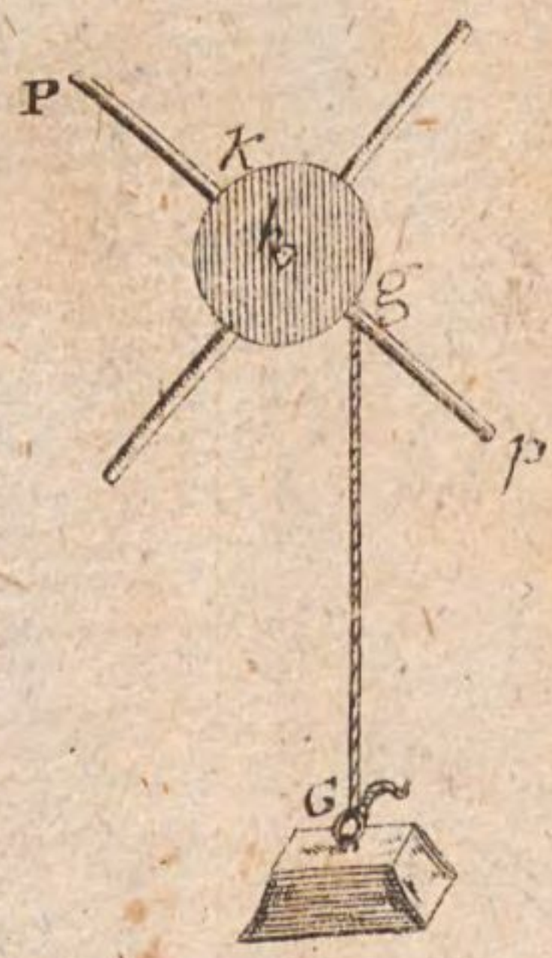


Fig 7

Fig. 2.

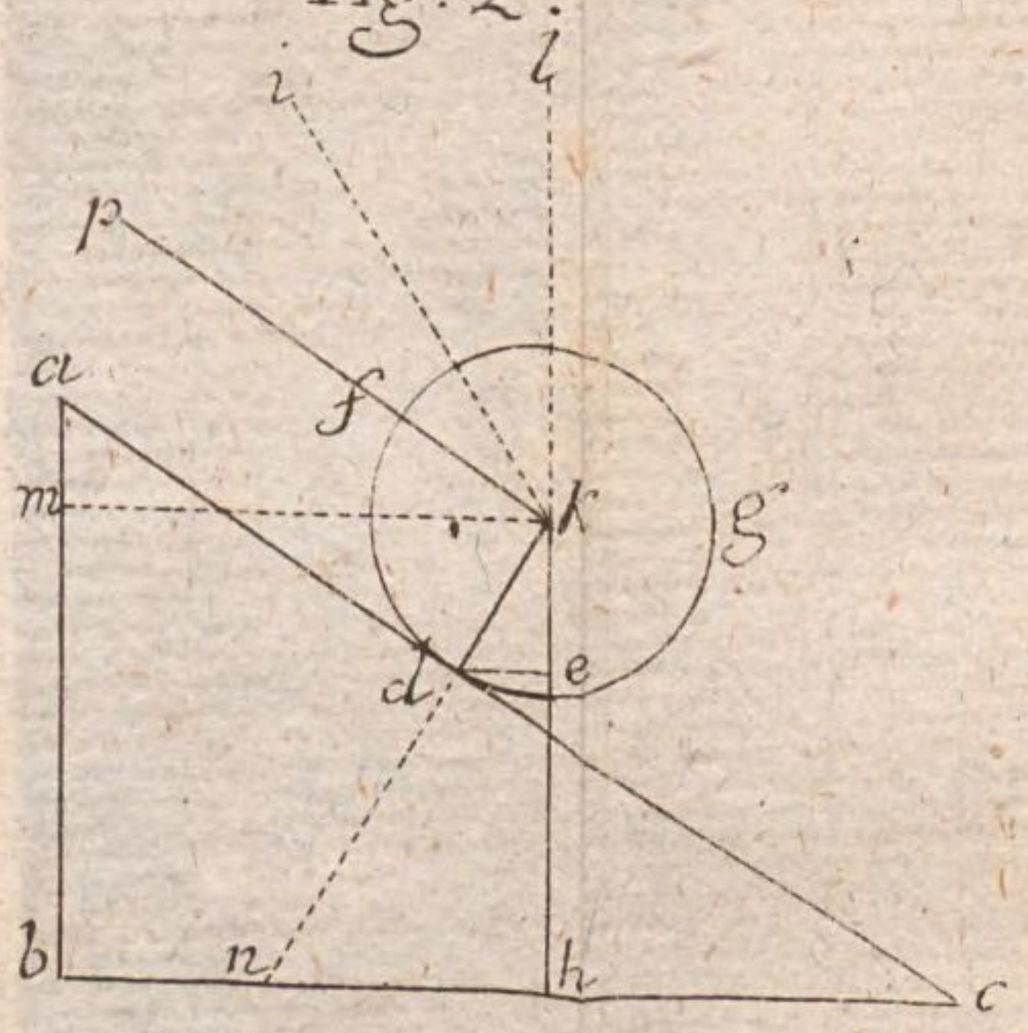


Fig. 3.

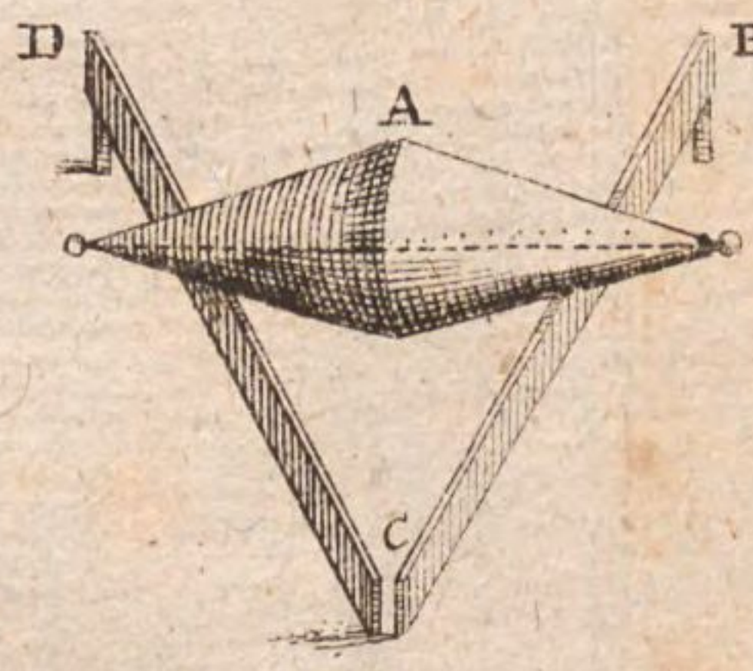


Fig. 4

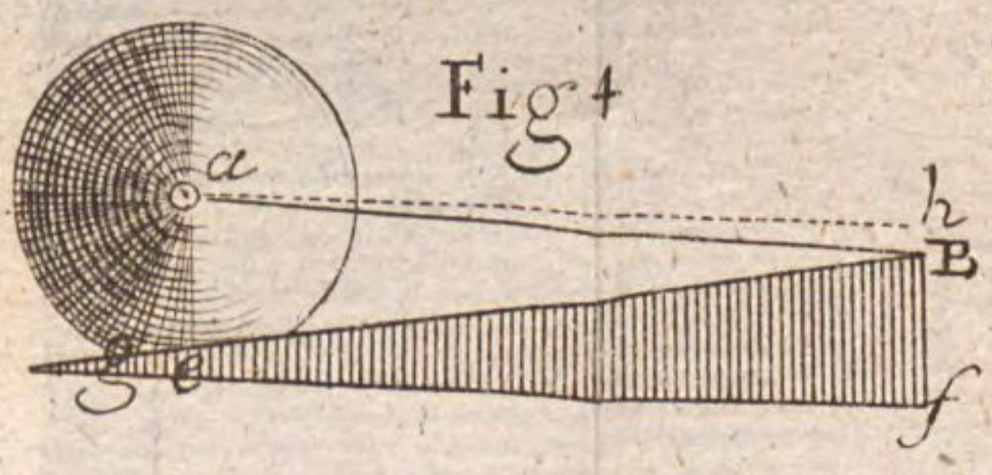


Fig. 5.

Fig. 6.

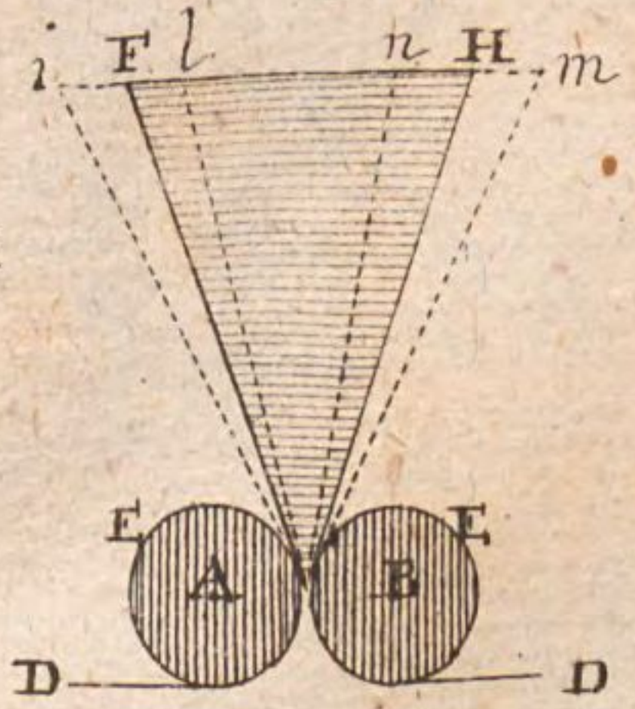


Fig. 7.

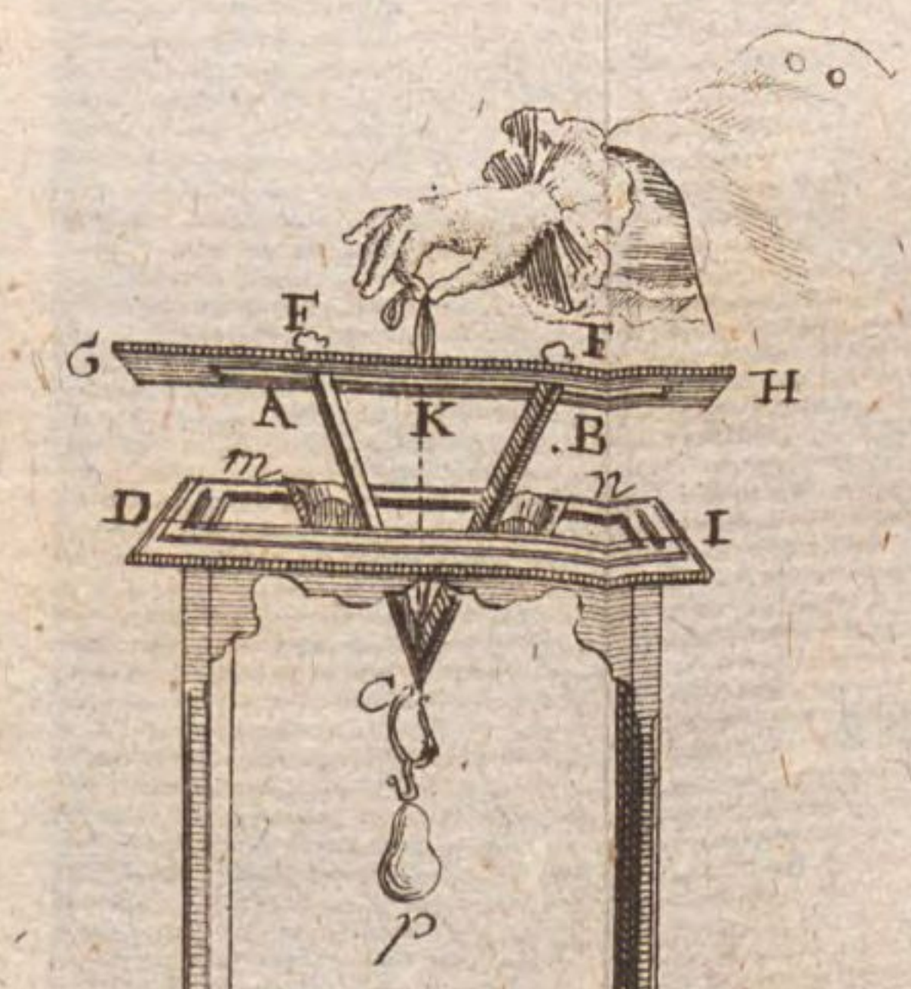
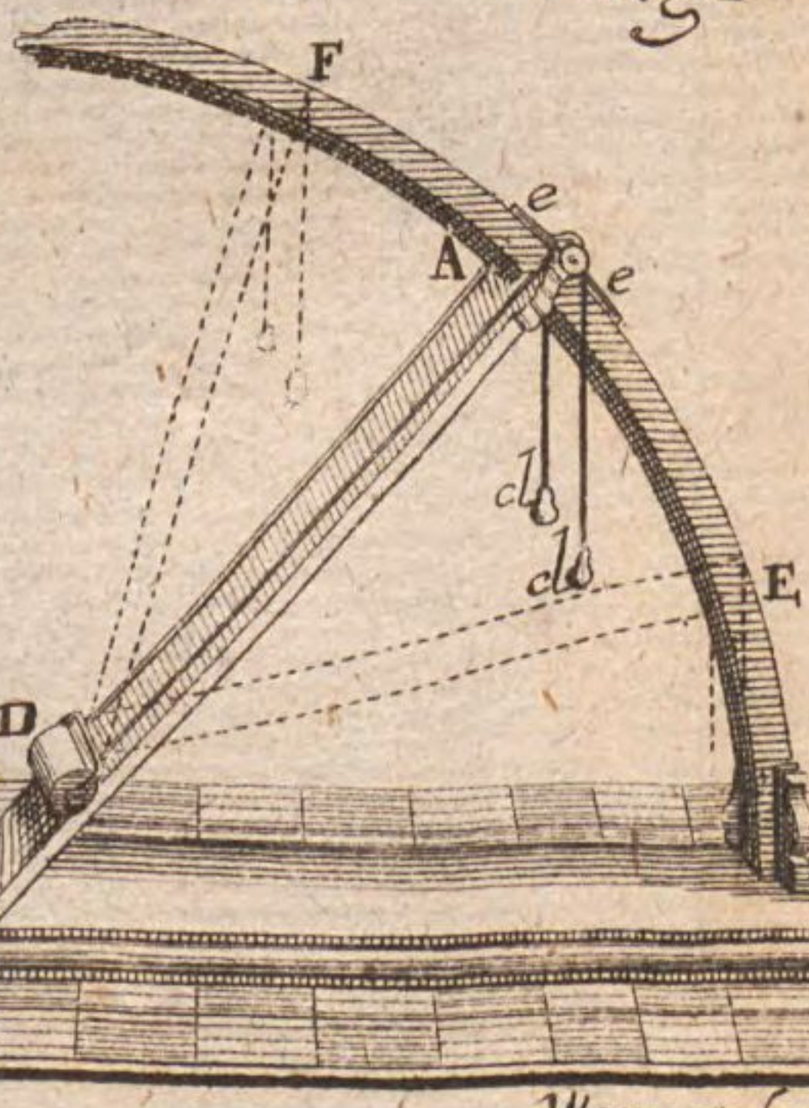


Fig. 1.



Nollet. P. III.

Werner sc. Erfurt

Fig. 1.

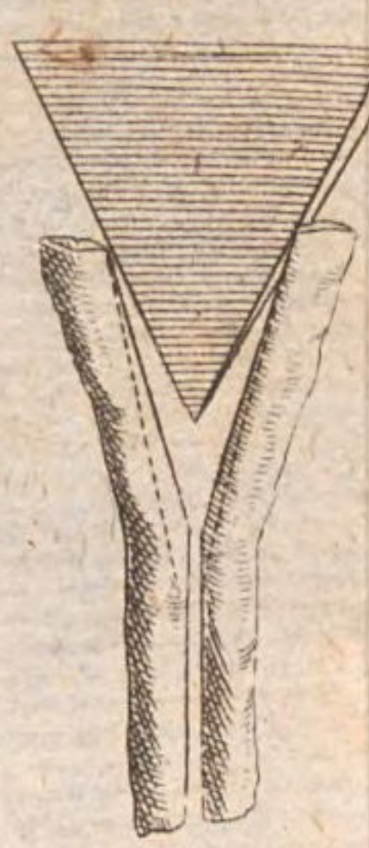


Fig. 2.

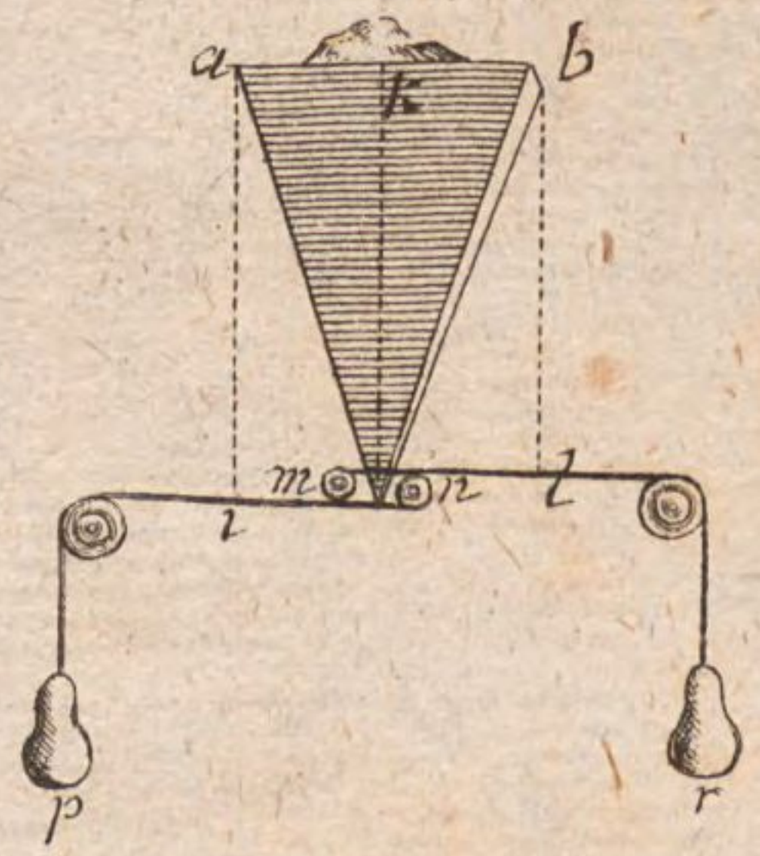


Fig. 3.

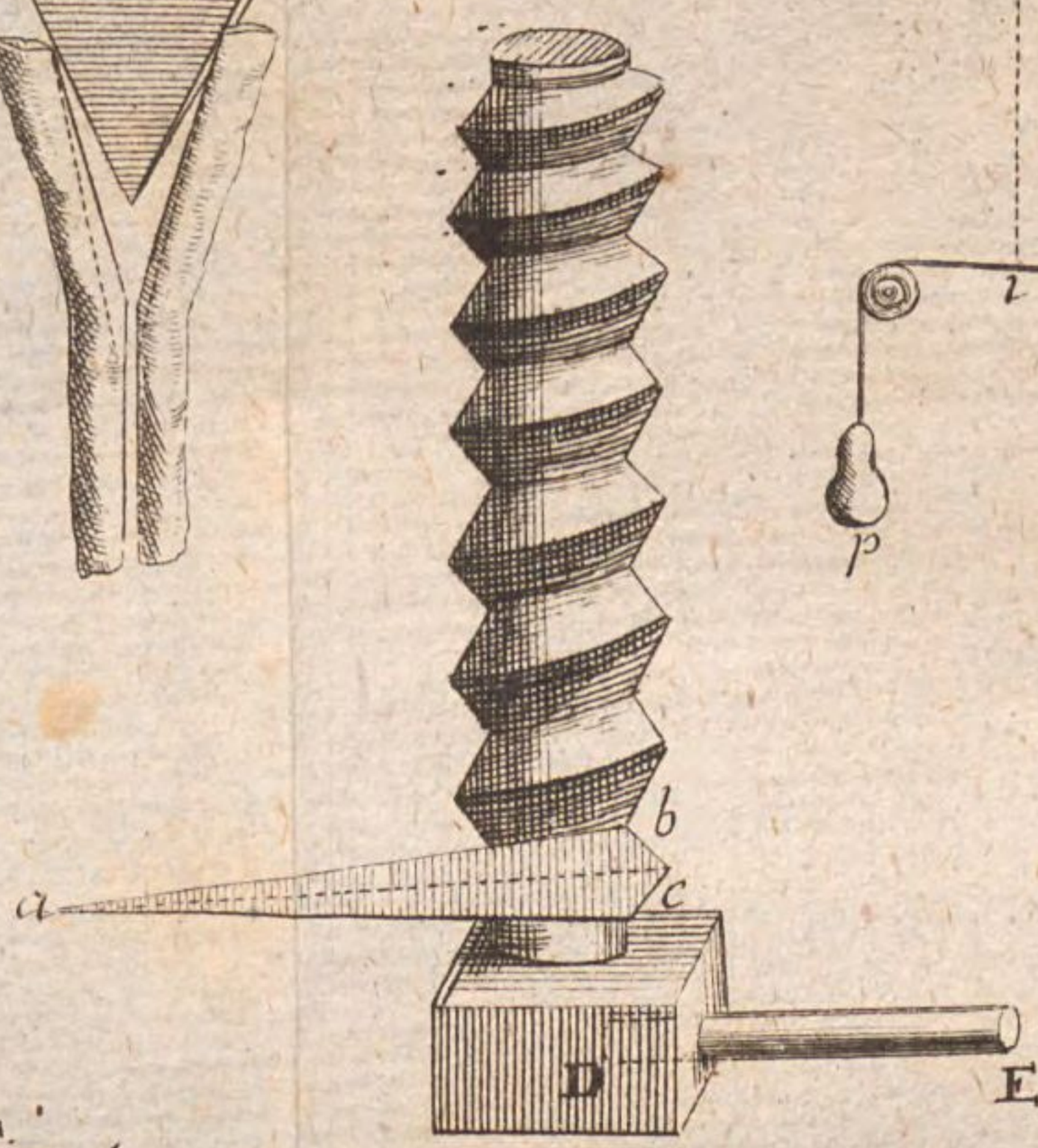


Fig. 4

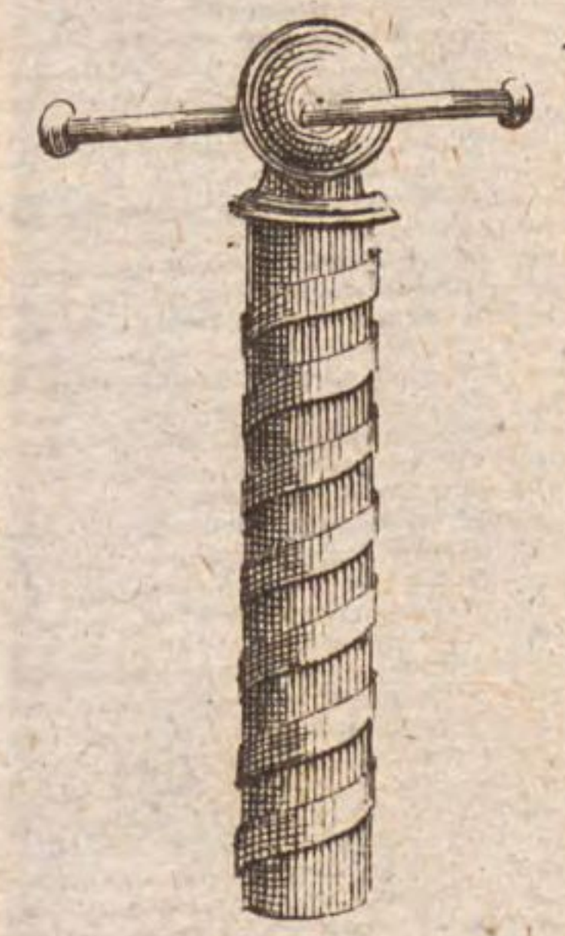


Fig. 5.

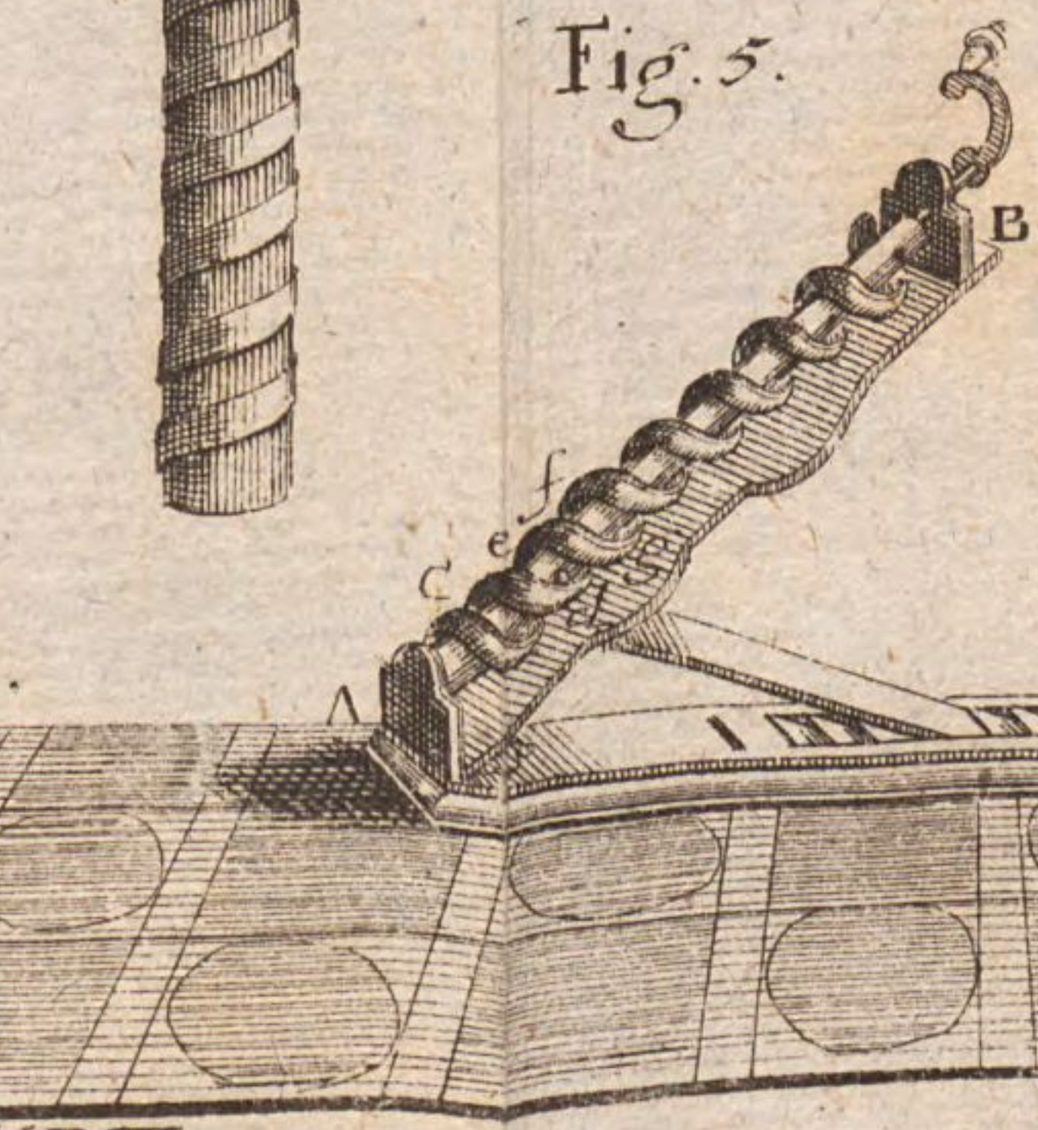


Fig. 6

Fig. 7.

Hum.

Fig. 5.

Fig. 3.

Fig 9

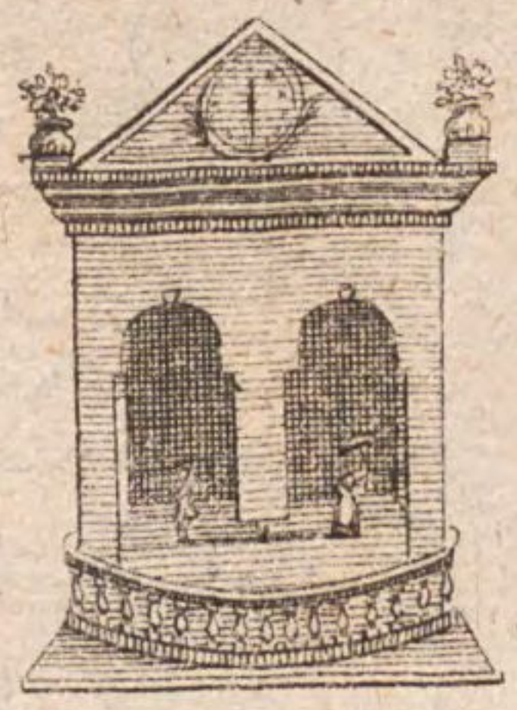


Fig. 8.

Fig. 1.

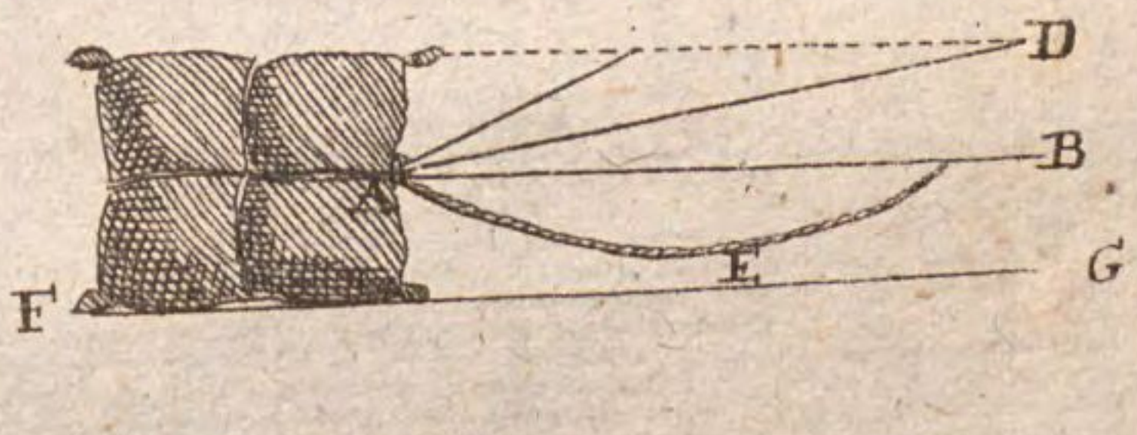


Fig. 6.

Fig. 2.

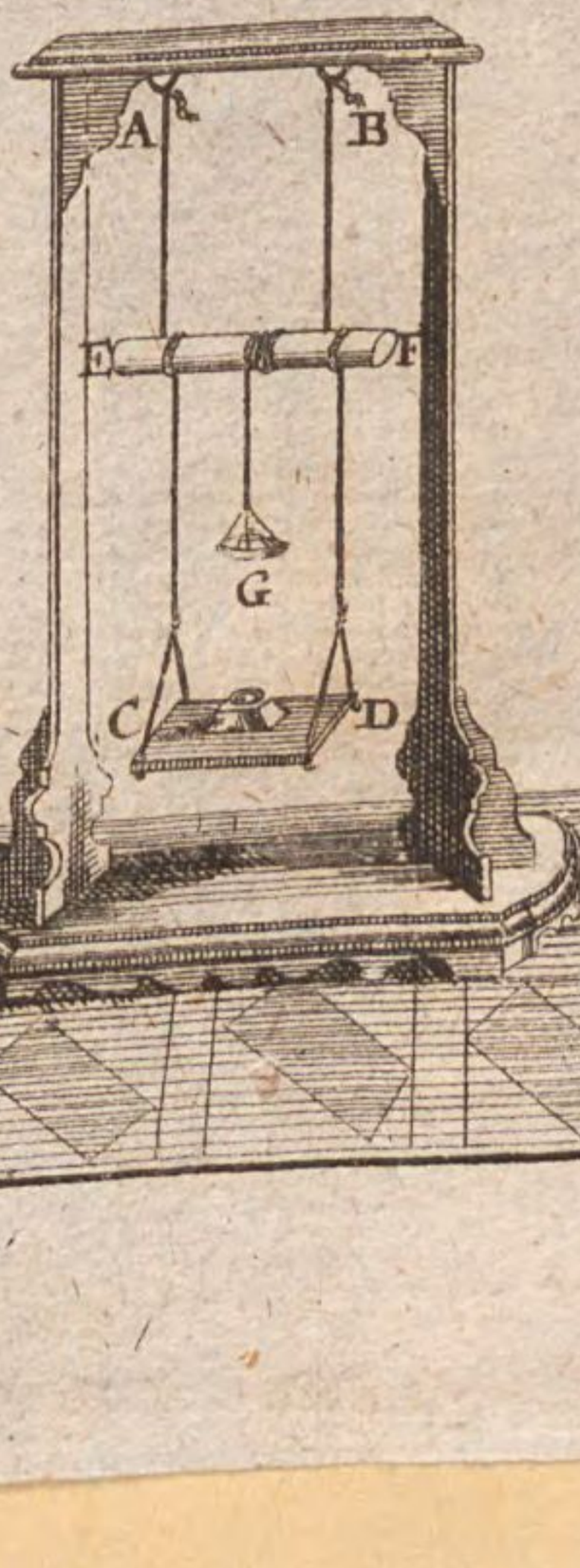
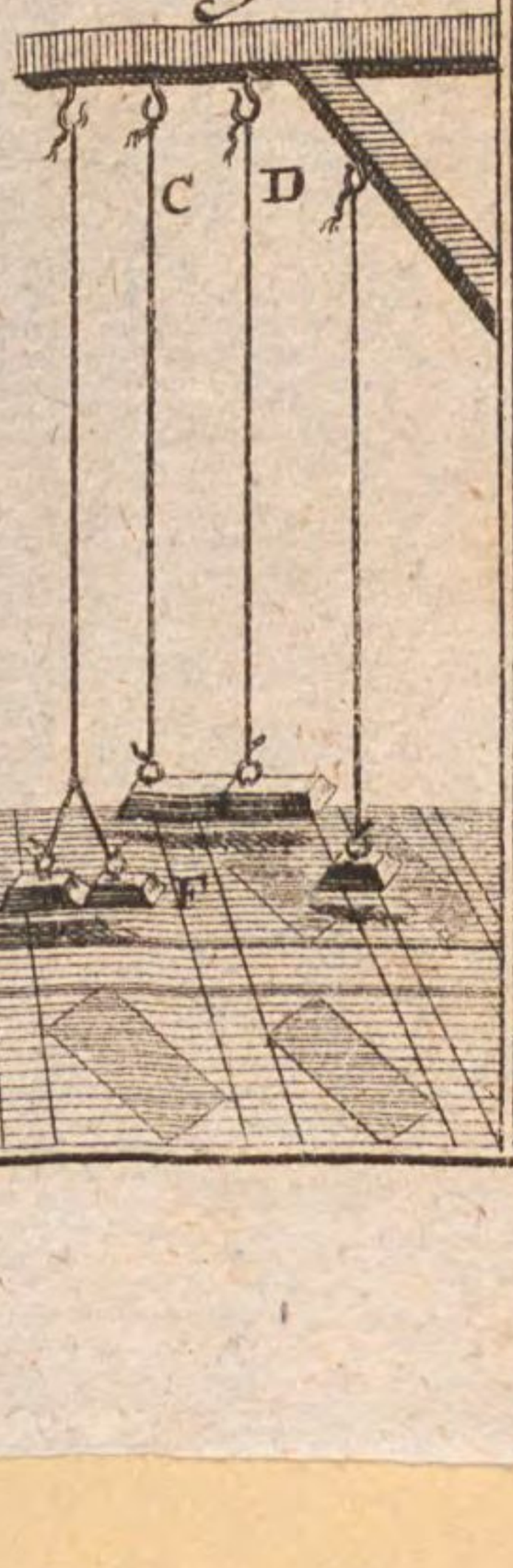


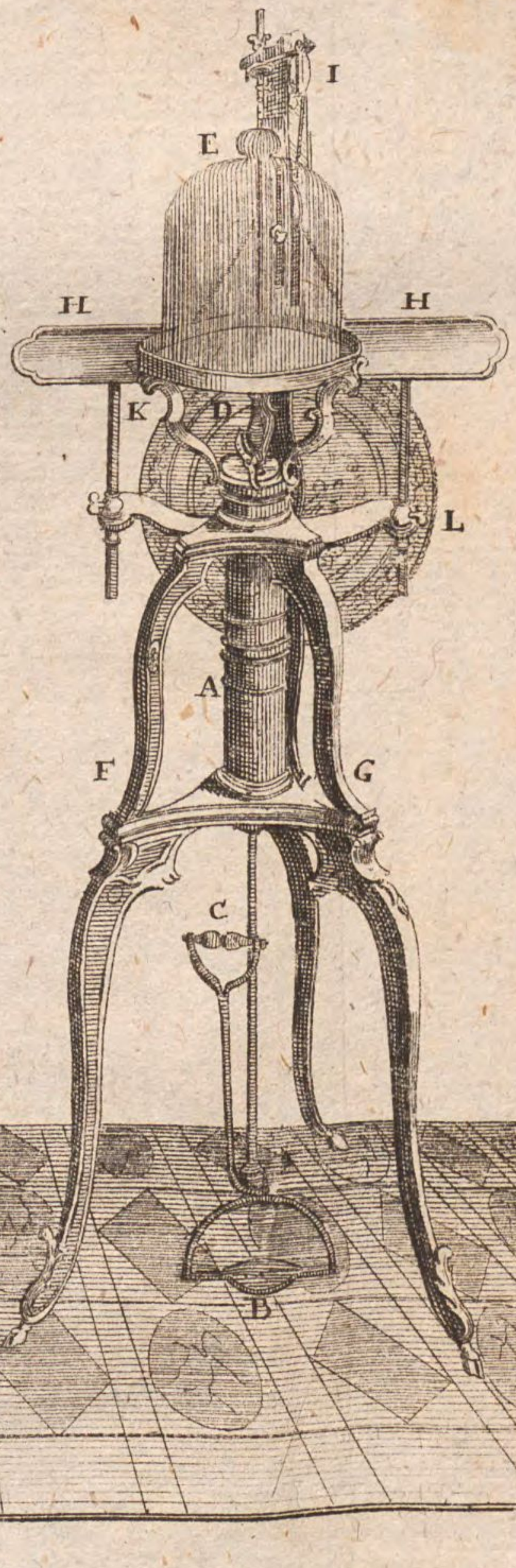
Fig 4



Nollet. P. III.

Fig. 2.

Fig. 1



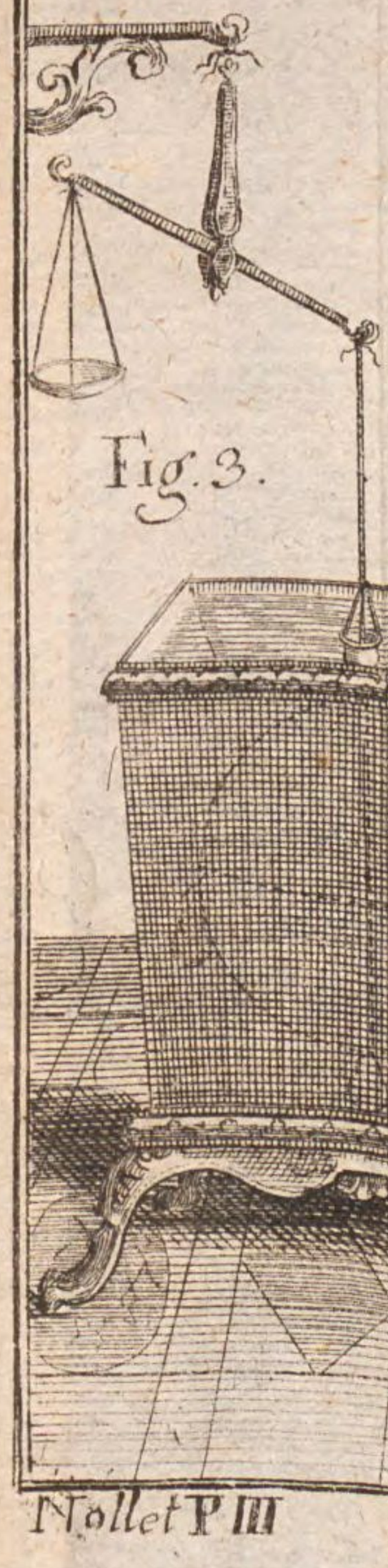
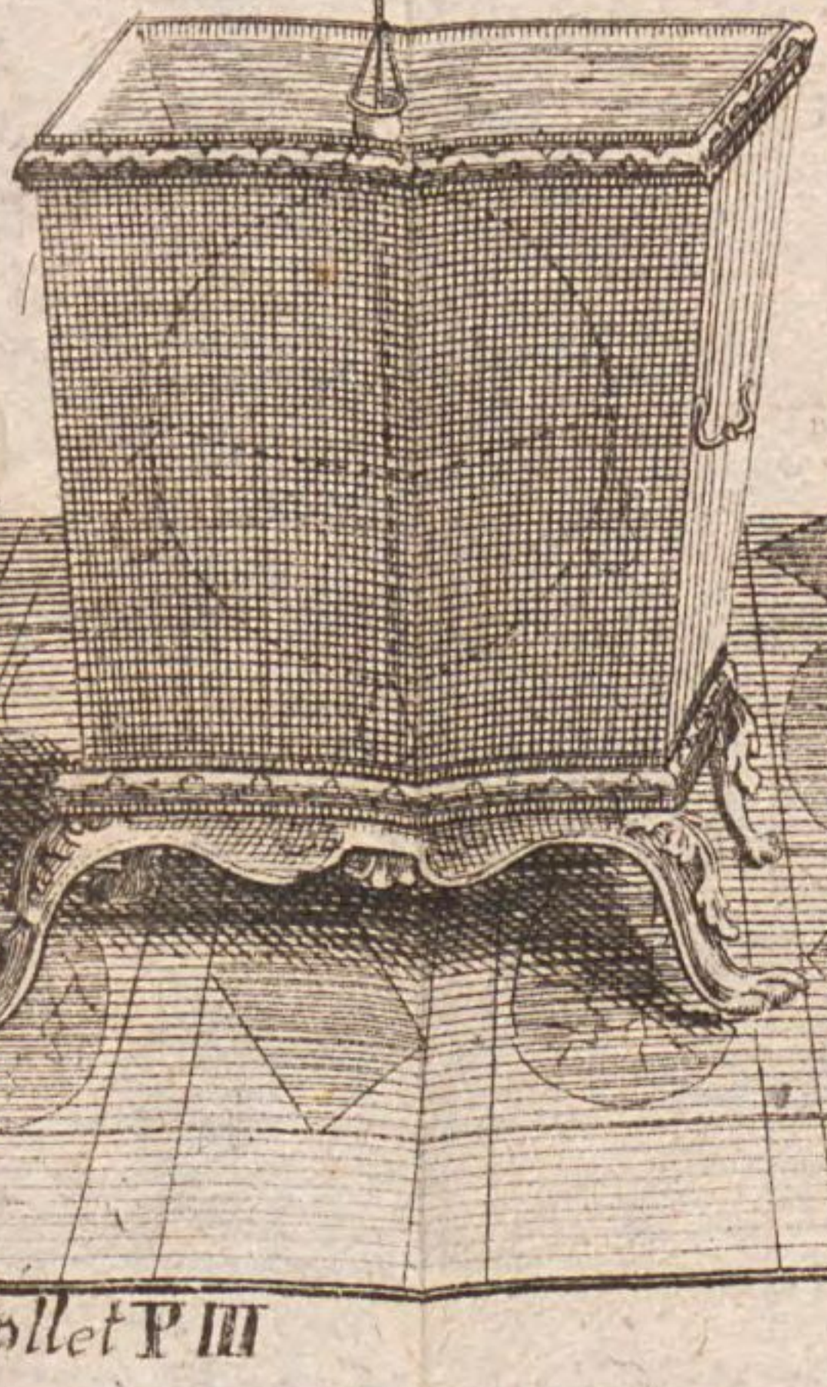


Fig. 3.



Nollet P III

Fig. 1

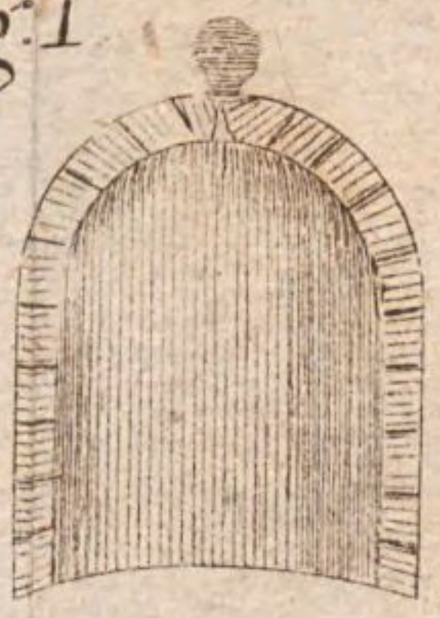


Fig. 2.

Fig. 5

Fig. 8.

Fig. 6.

Fig. 4.

Fig. 3.

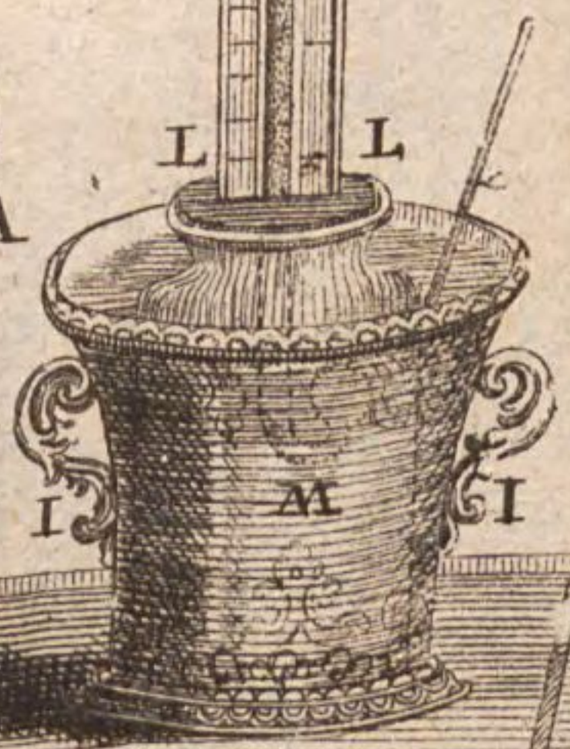


Fig. 7

W. S. Erfurt

Nollet P. III.

Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 7.

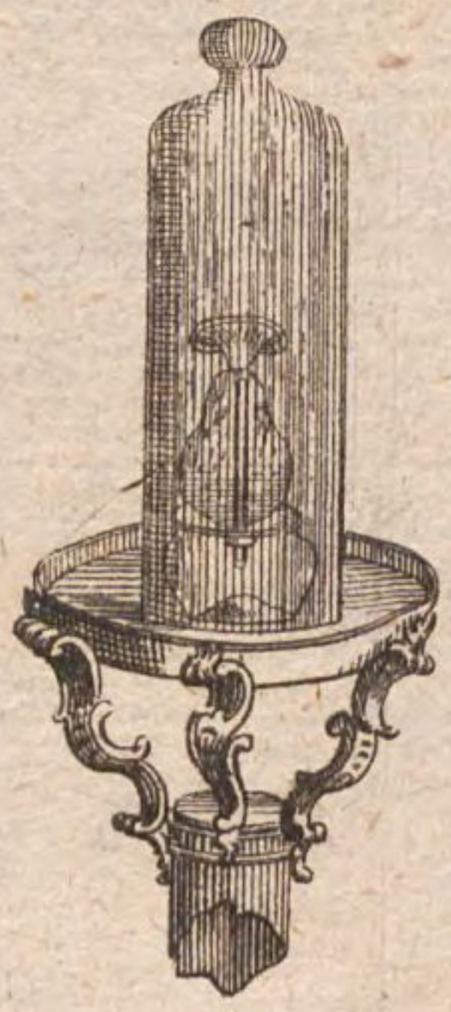


Fig. 8.

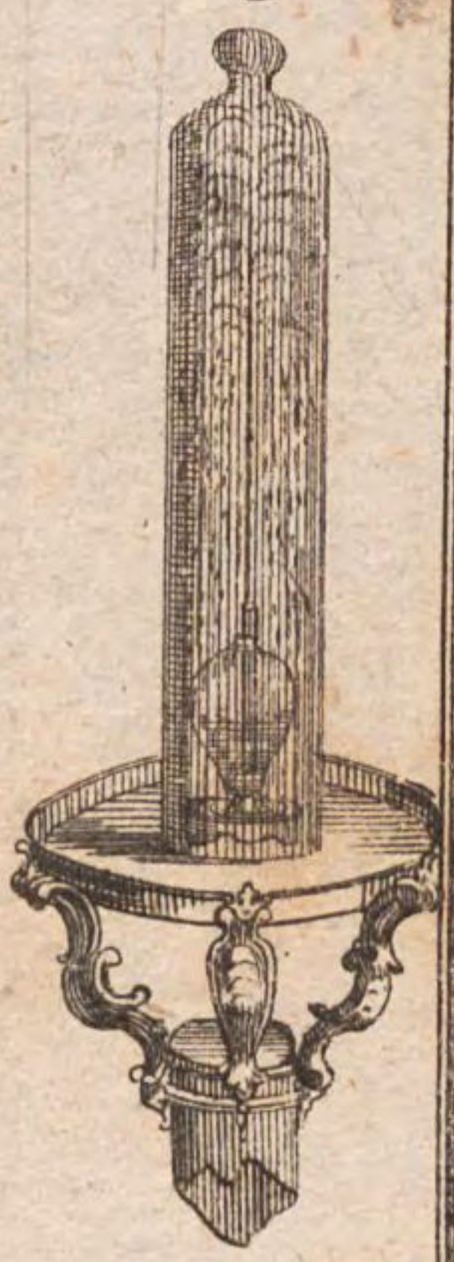


Fig. 1.

Fig. 3.

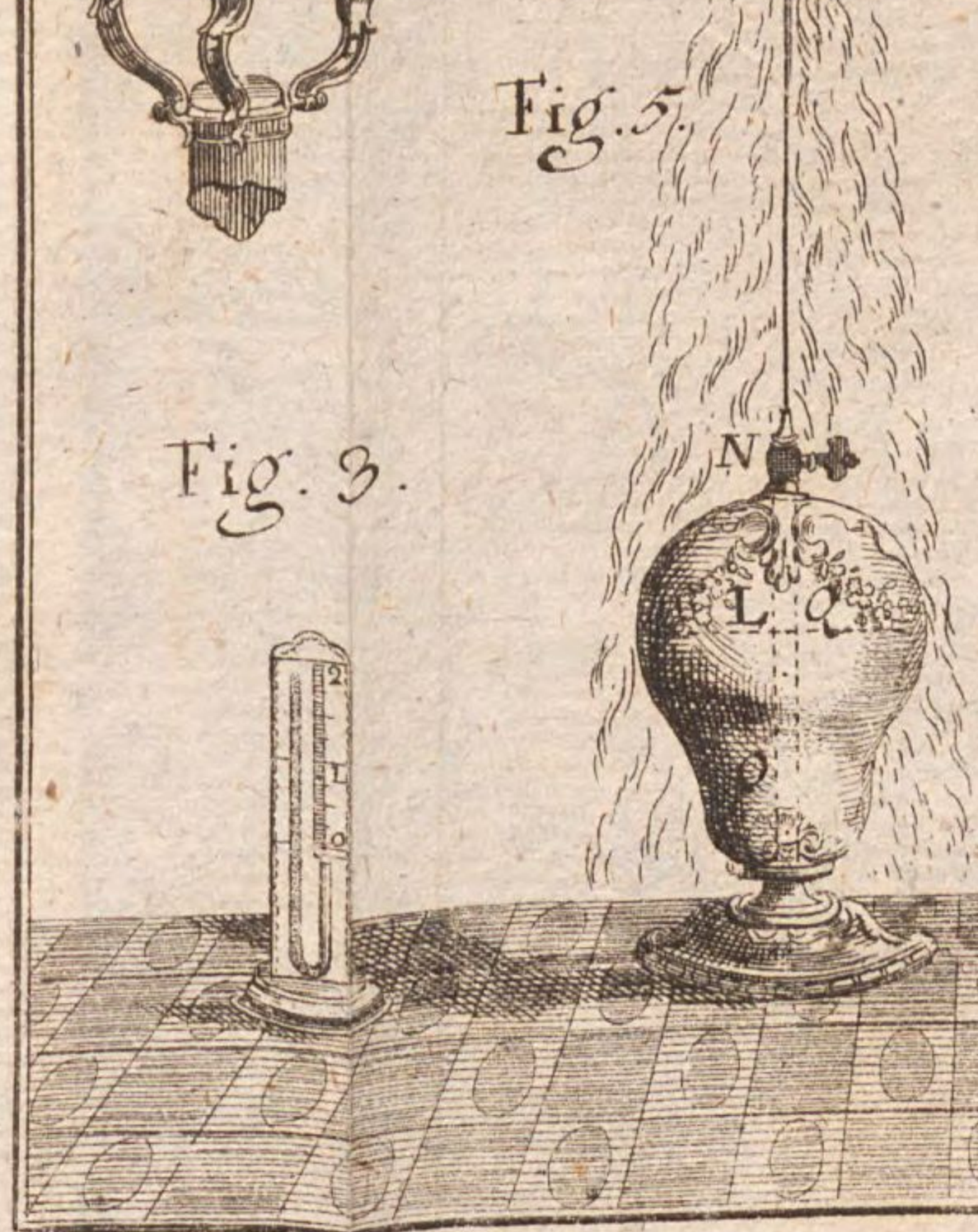
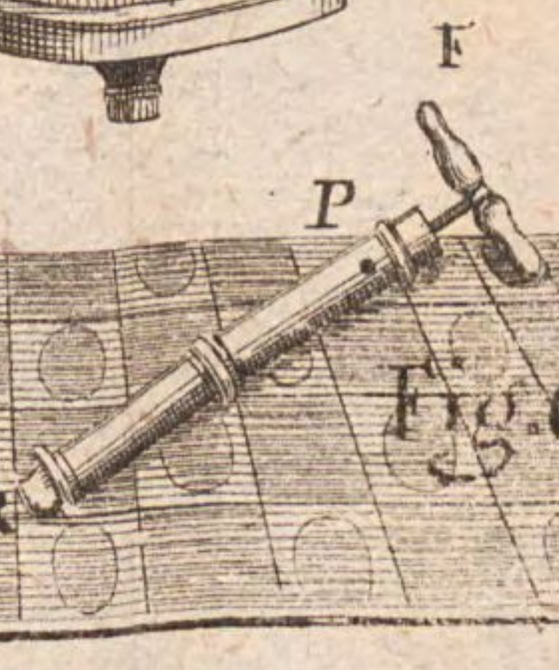


Fig. 6.



Nollet P.III

Fig 1.

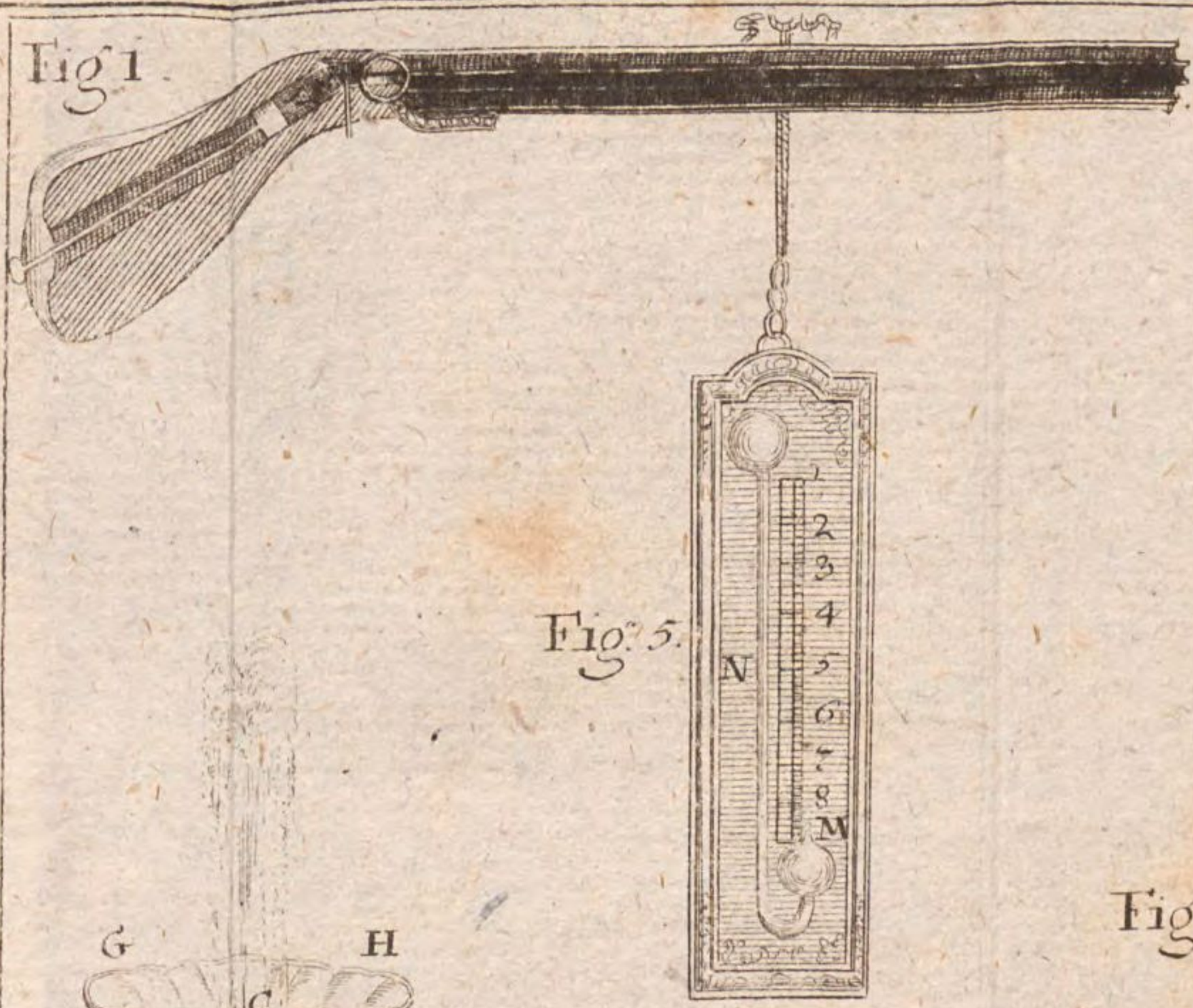


Fig. 5.

Fig. 3.

Fig. 2

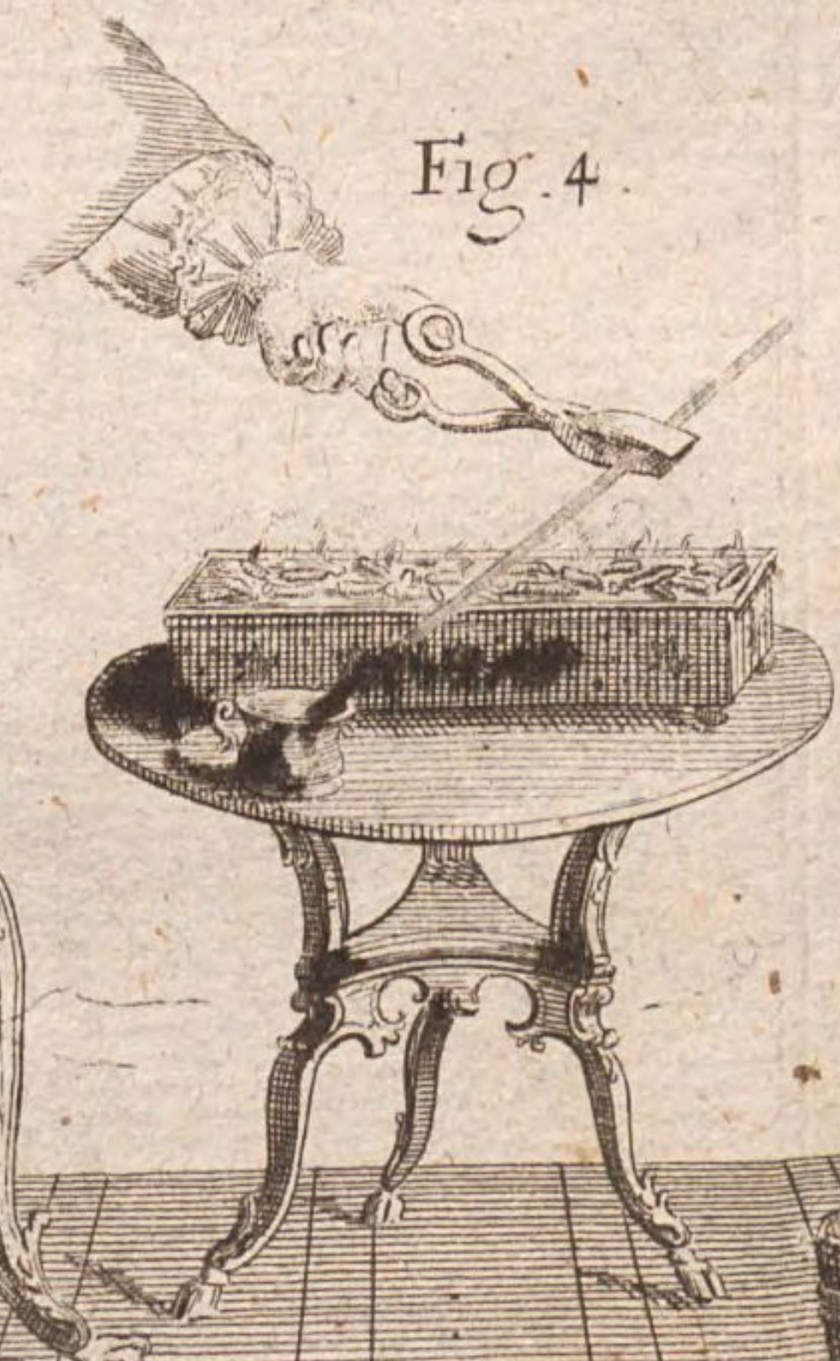


Fig. 4.

Werner sc Erfurt

Nollet P. III.

Fig. 5.

Fig. 6.

A

Fig. 4.

Fig. 1.

Fig. 7.

D G G

C

A B

E

Fig. 3.

D C

B

F

E

A G

F B

Fig. 2.

C D

Fig. 2.

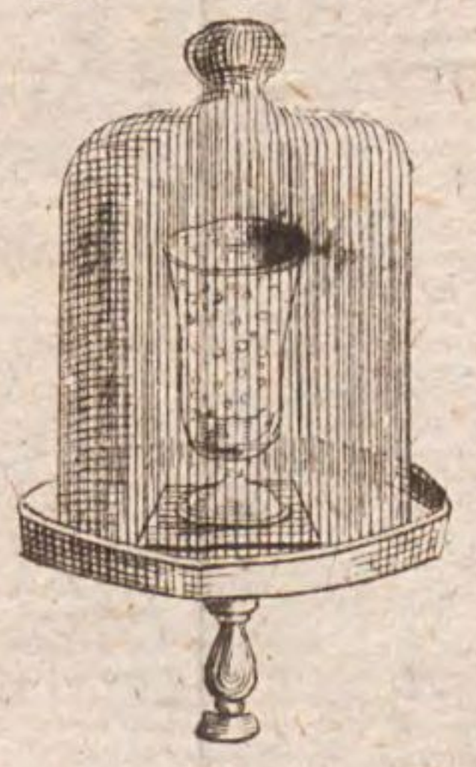


Fig. 1.

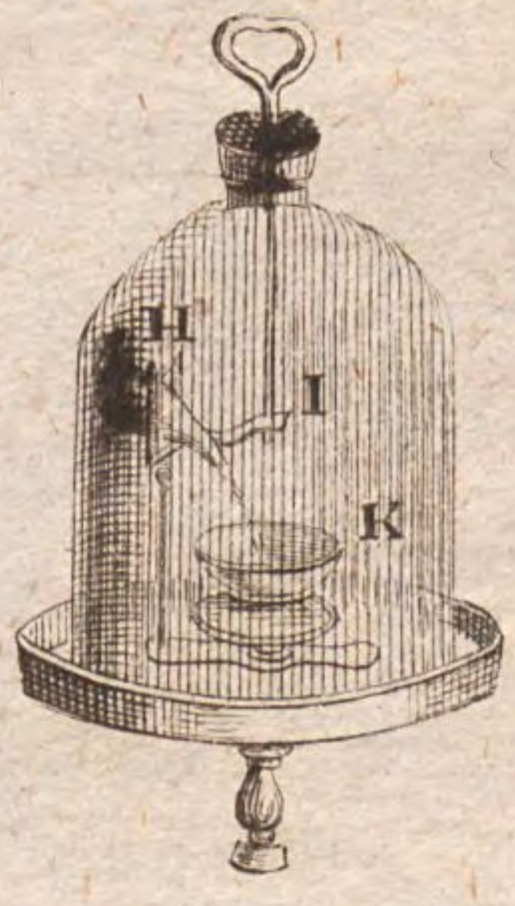


Fig. 3.

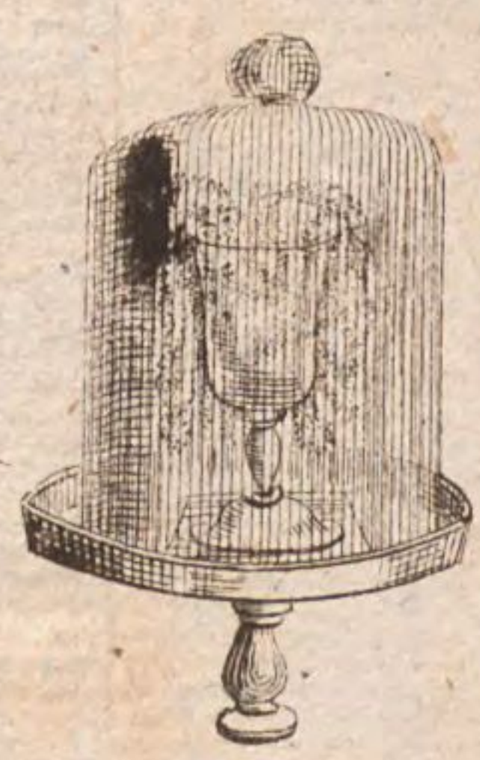


Fig. 6.

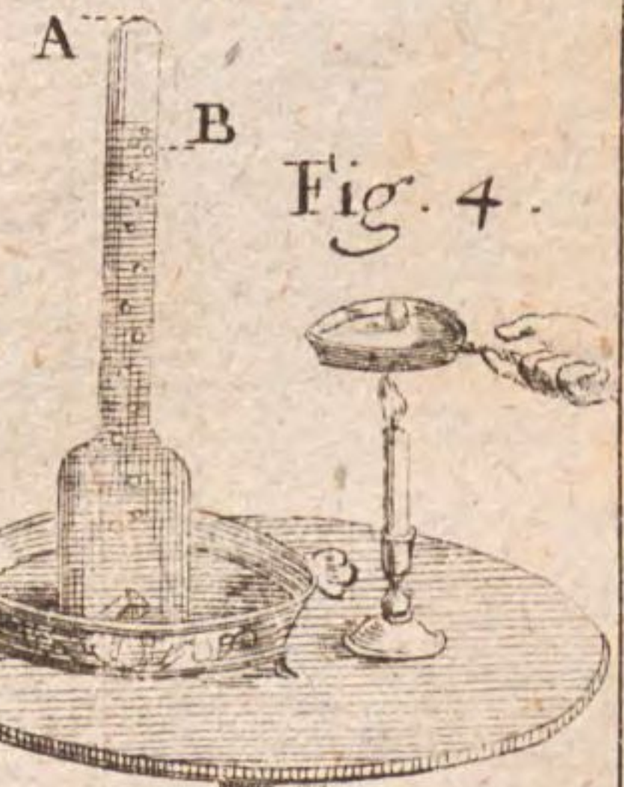


Fig. 4.

Fig. 5.

Werner sc. Erfurt

Nollet P. III.

Fig. 4.

Fig. 5

Fig. 6.

Fig 7

Fig. 2.

Fig. 3.

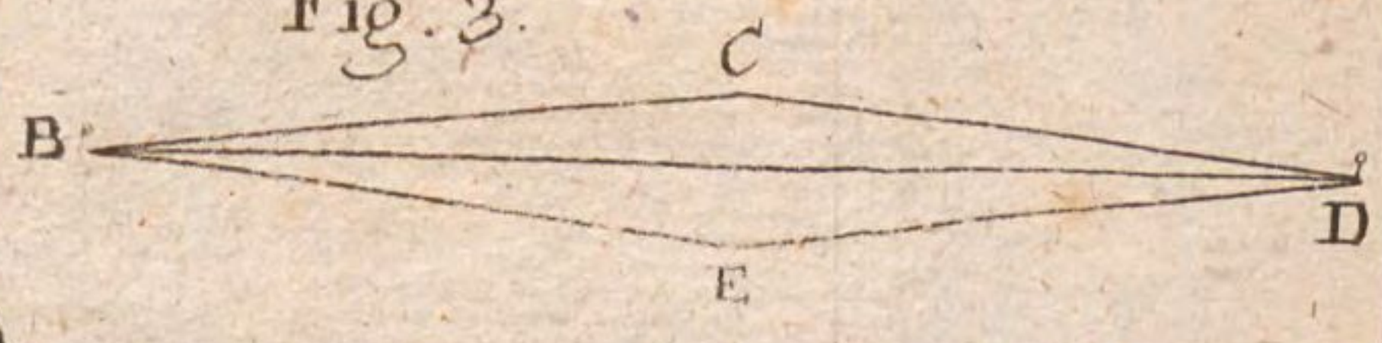


Fig. 1.

Fig. 8.

Fig. 9.

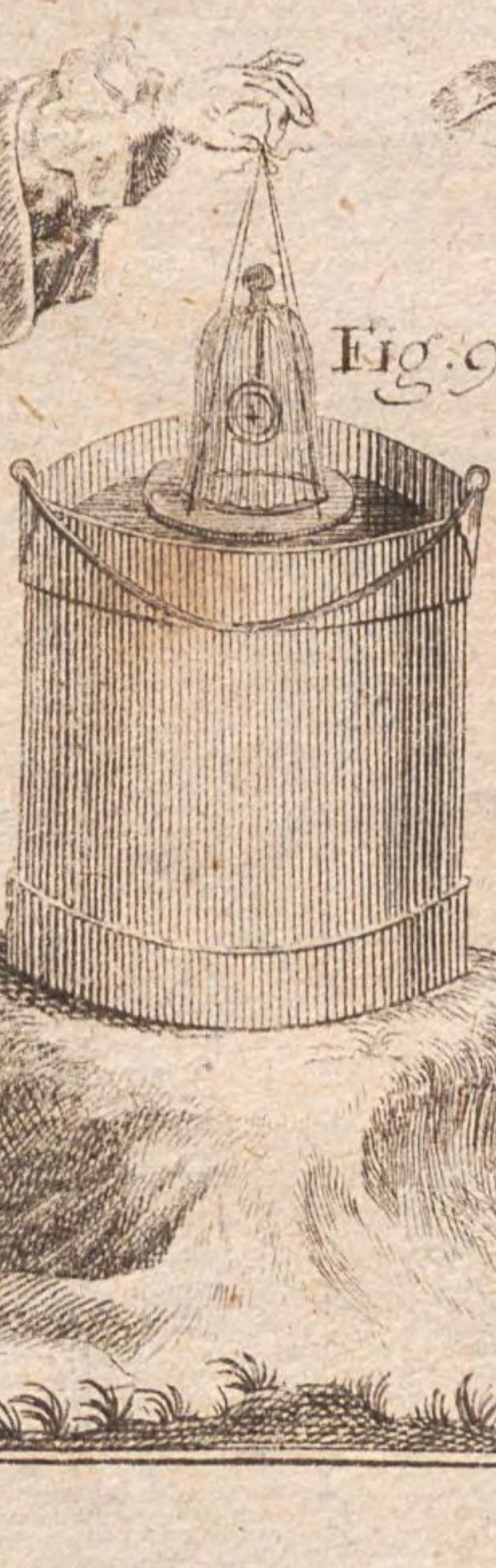


Fig. 2.

Fig. 3.

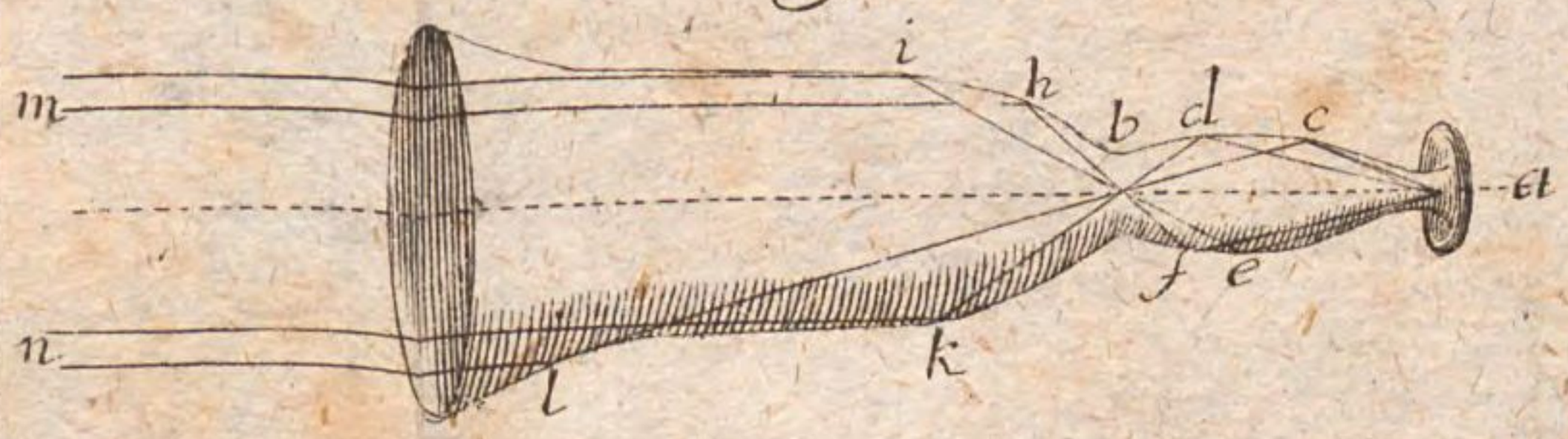


Fig. 4.

Fig. 4.

Fig. 1.

Nollet P III

Werner sc Erfurt

Fig. 4.

Fig. 1.

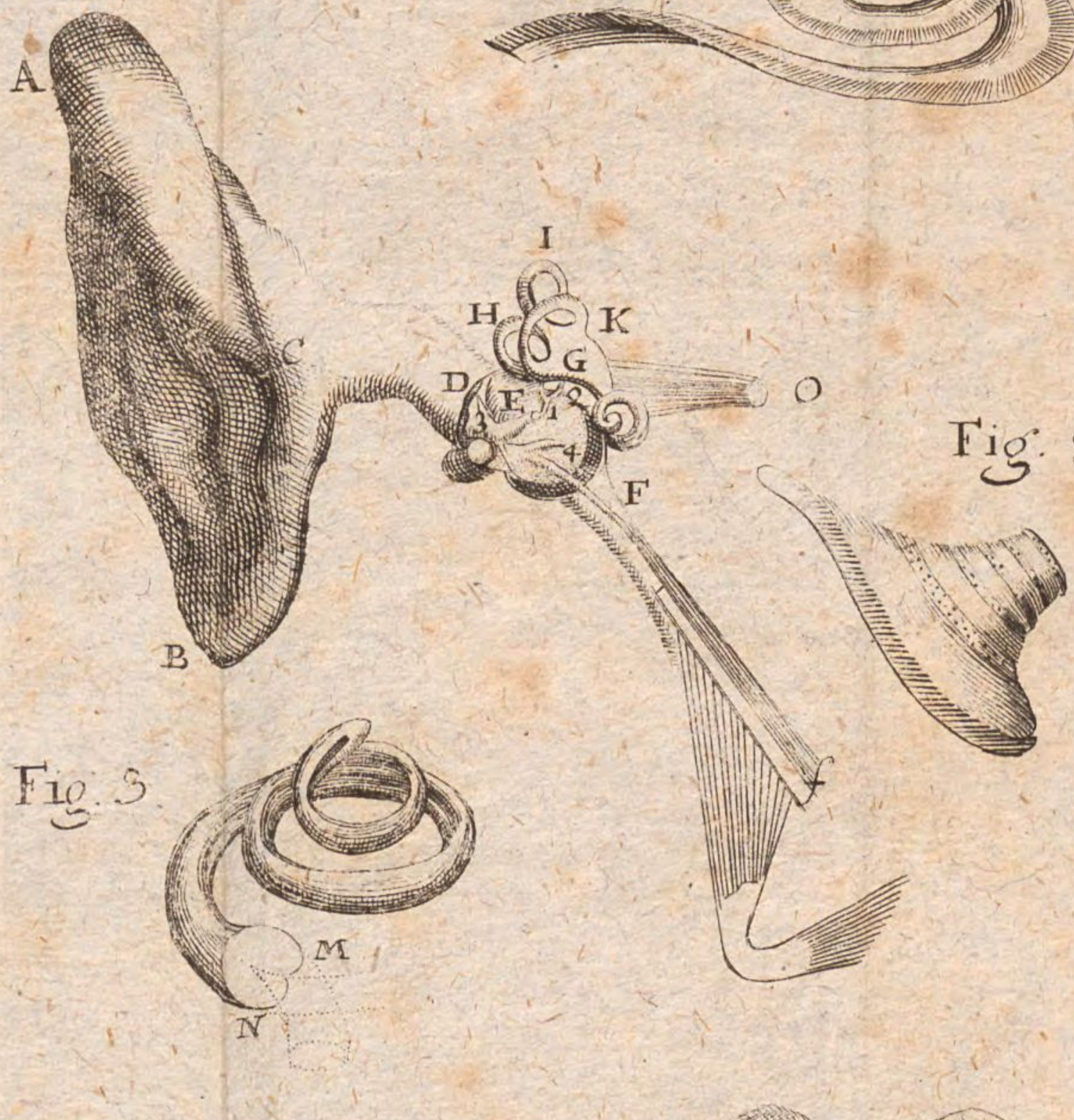


Fig. 2.

Fig. 3

Fig. 6.

Nollet P. III.

Werner sc. Erfurt

Fig. 4.

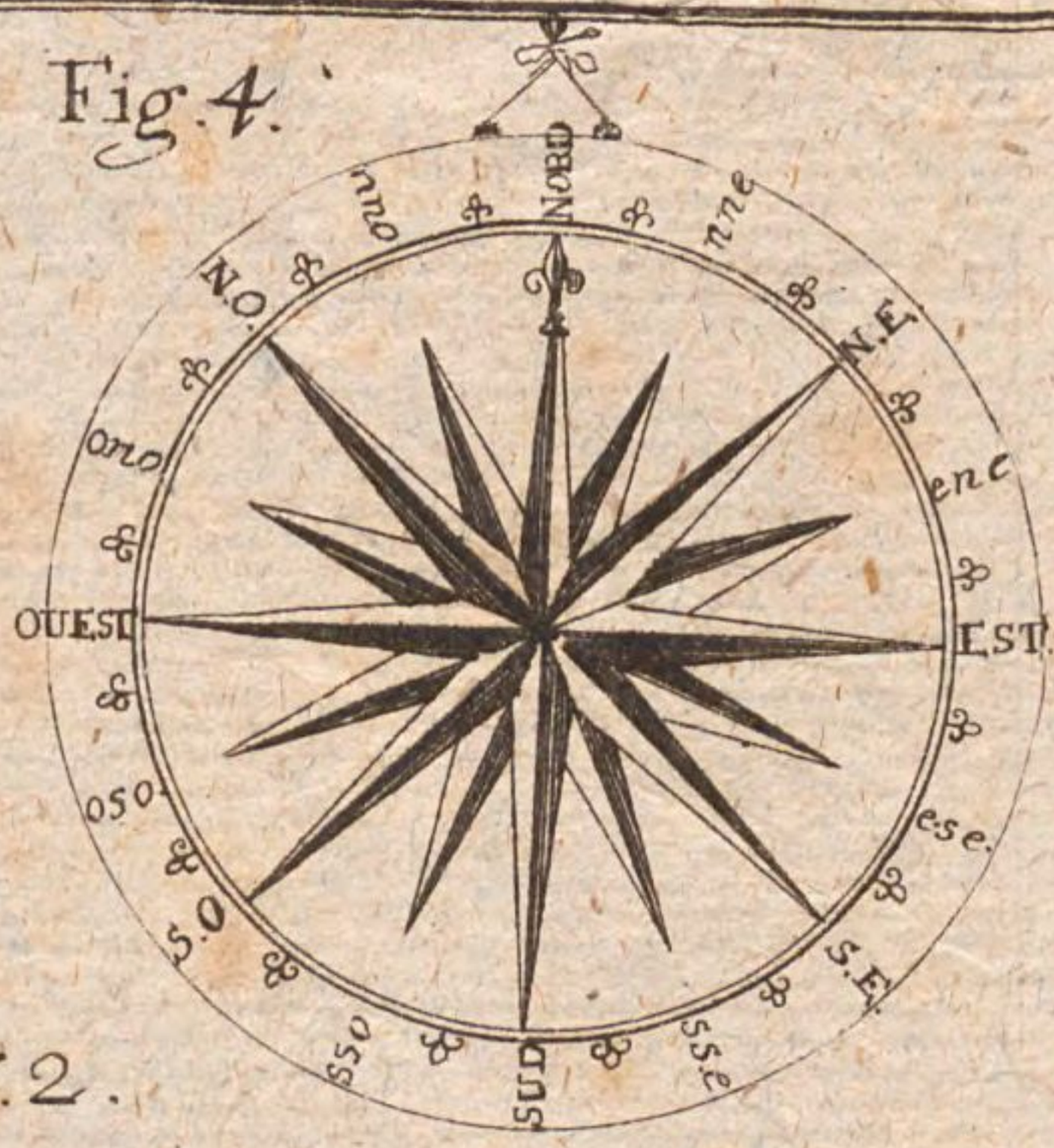


Fig. 2.

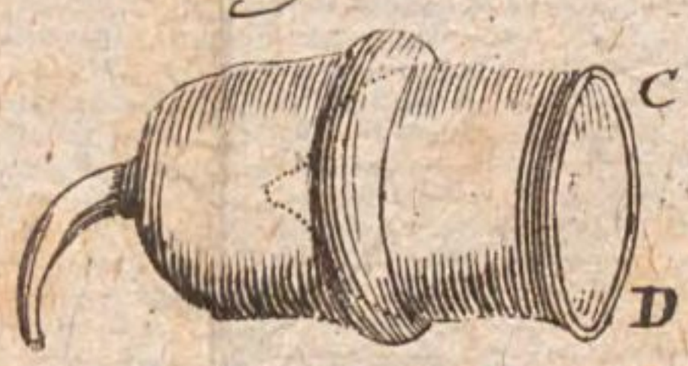


Fig. 1.

Fig. 5.

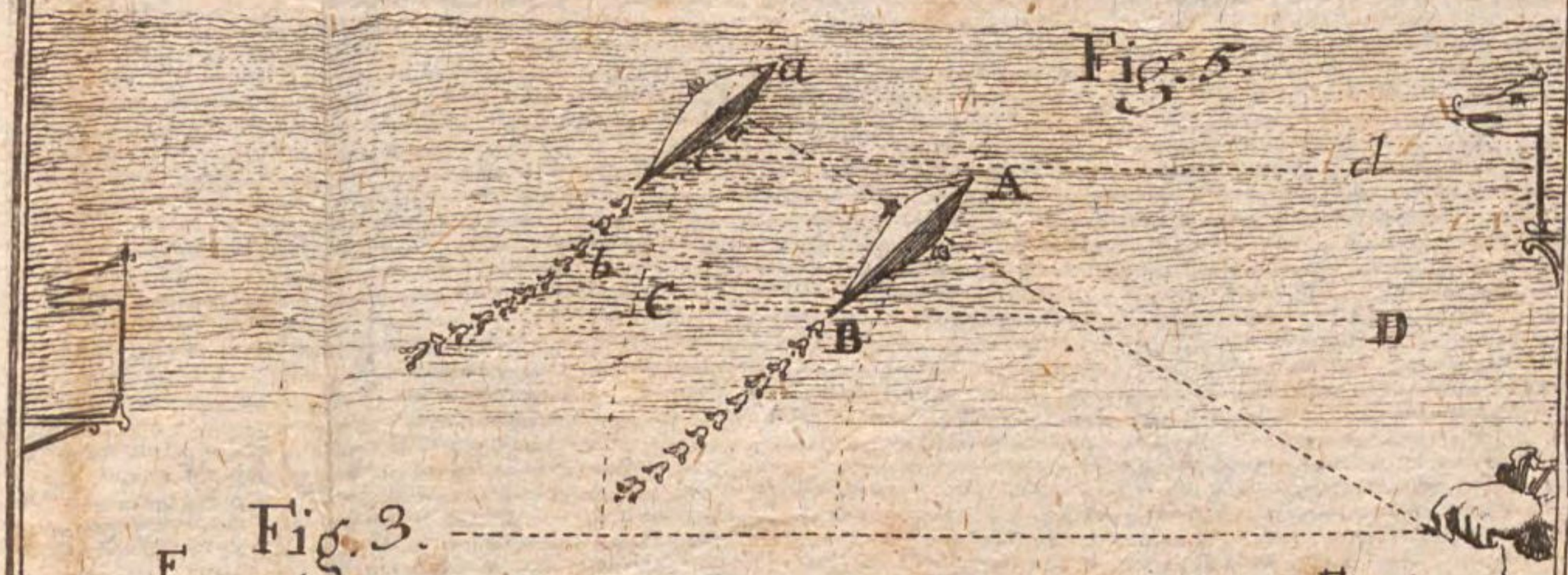
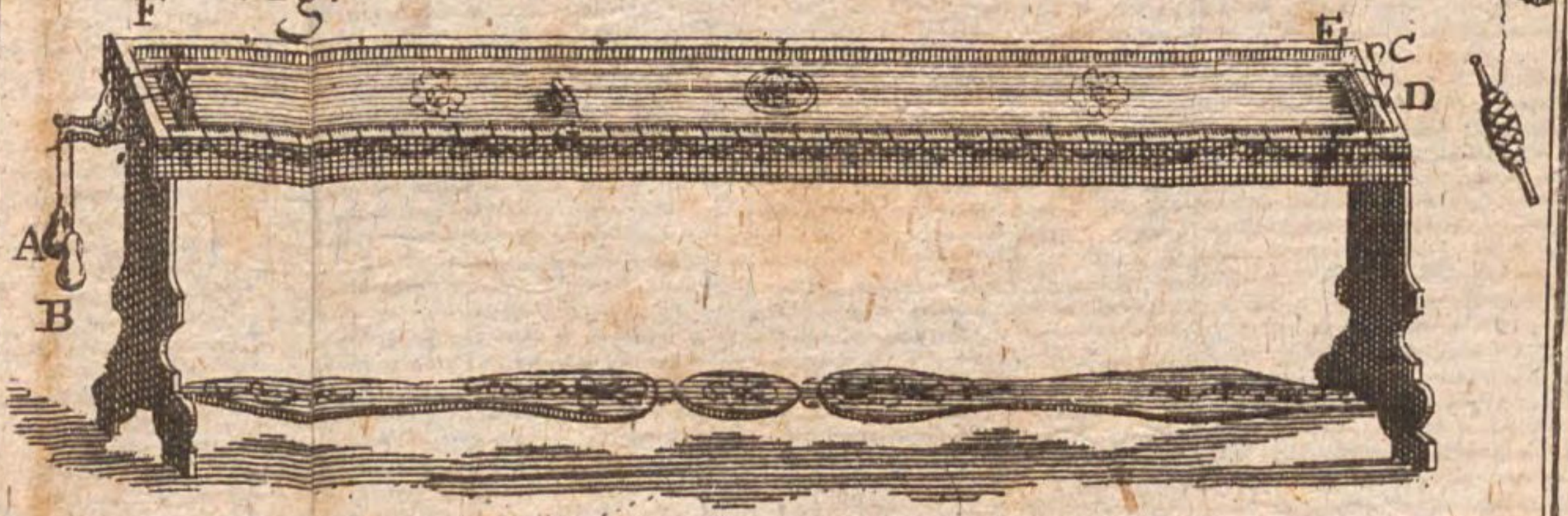


Fig. 3.



BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Nollet, Jean Antoine,

Des Herrn Abts J. A. Nollet, Mitglieds der beyden Königlichen Frantzösisch- und Englischen Societäten der Wissenschafften, Vorlesungen über die Experimental-Natur-Lehre
Bd.: 3

Erfurt (1751)

Phys.g. 331-3
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131715-2
VD18 80304419